

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-270535

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/68
B23Q 1/44
G03F 7/20
H01L 21/027

(21)Application number : 09-071466

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 25.03.1997

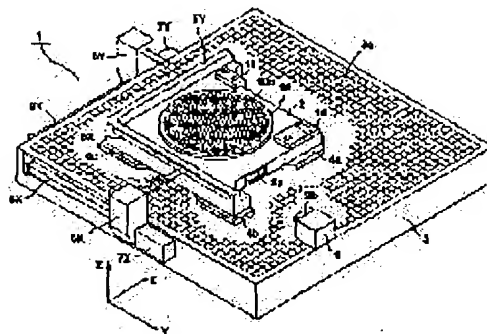
(72)Inventor : NISHI TAKECHIKA
KIUCHI TORU

(54) MOVING STAGE DEVICE AND CIRCUIT-DEVICE MANUFACTURE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the static characteristics and dynamic characteristics of a stage device, by decreasing the number of electric wirings and air pressure tubes drawn by the main body of the movable stage of the moving stage device.

SOLUTION: When a movable stage structure 2 comes to a wafer replacing position on a base structure constituting a moving stage device 1, a power transmitting terminal 9a provided on the side of the base structure and a power receiving terminal 9a provided on the side of the movable stage structure are brought into contact. The current supplied from the power transmitting terminal 9b charges the battery mounted on the movable stage structure 2. Thereafter, when the stage structure is separated from the wafer replacing position, the electric power of the battery is used, and the wafer mounted on the stage structure is electrically sucked and maintained. The control for the starting of the sucking, the release of the sucking and the like at the time of wafer replacing work is performed by a radio communication method or a wire coupler method in this constitution.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-270535

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/68

H 0 1 L 21/68

K

P

B 2 3 Q 1/44

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

H 0 1 L 21/30

5 0 3 B

H 0 1 L 21/027

5 1 5 G

審査請求 未請求 請求項の数41 O L (全 45 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-71466

(22)出願日 平成9年(1997)3月25日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 西 健爾

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 木内 徹

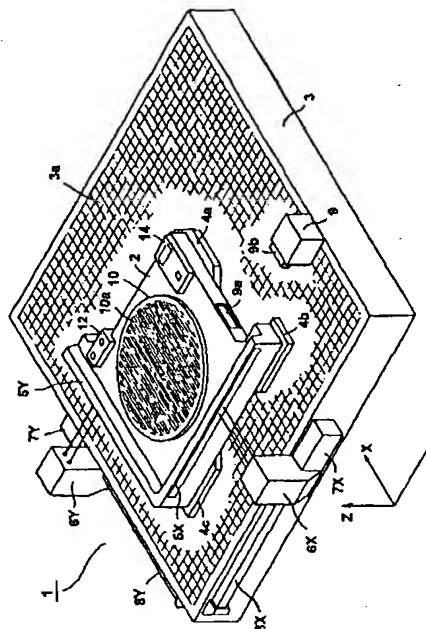
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54)【発明の名称】 移動ステージ装置、及び該ステージ装置を用いた回路デバイス製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 移動ステージ装置の可動ステージ本体が引きずる電気配線や空圧用チューブの本数を低減して、ステージ装置の静特性、動特性を改善する。

【解決手段】 移動ステージ装置1を構成するベース構造体上で可動ステージ構造体2がウェハ交換位置にきたとき、ベース構造体側に設けられた送電端子部9bと可動ステージ構造体側に設けられた受電端子部9aとを接触させ、送電端子部9bから供給される電流を受電端子部を介して可動ステージ構造体2に搭載されたバッテリーに充電するようにし、ステージ構造体がウェハ交換位置から離れたときはバッテリーの電力を使ってステージ構造体上に載置されるウェハを電氣的に吸着維持するようにし、ウェハの交換動作の際の吸着開始、吸着解除等の制御を無線式又は有線のカプラ方式で行うように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベース構造体と、該ベース構造体で規定される所定平面に沿って移動するステージ構造体と、前記ステージ構造体上で被処理基板を保持する基板載置部とを有する移動ステージ装置において、前記ステージ構造体を前記ベース構造体から浮上させた状態で前記ベース構造体の所定平面に沿って非接触方式で移動させる電氣的駆動手段と、前記被処理基板を前記基板載置部に吸着させる電氣的吸着手段と、前記ステージ構造体に設けられて電気エネルギーを蓄積する再充電可能なバッテリーと、前記ステージ構造体に設けられて前記電氣的駆動手段と前記電氣的吸着手段の少なくとも1つに前記バッテリーからの電気エネルギーを制御して供給する給電制御回路と、前記ステージ構造体に設けられて前記給電制御回路の動作を指示する制御情報を受信する受信回路とを備えたことを特徴とする移動ステージ装置。

【請求項2】 前記受信回路は、電氣的駆動手段と前記電氣的吸着手段のうち少なくとも1つの動作を制御するコマンド情報又はパラメータ情報を、無線電波で受信するトランスミッターを含むことを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項3】 前記電氣的駆動手段は電磁気学的な推力を発生する複数の電磁アクチュエータを含み、前記給電制御回路は前記複数のアクチュエータの各々に制御された推力を発生させる電力を前記トランスミッターで受信したコマンド情報やパラメータ情報に基づいて出力する複数の駆動回路を含むことを特徴とする請求項2に記載の装置。

【請求項4】 前記電氣的吸着手段は前記基板載置部に形成された静電吸着用の電極部を含み、前記給電制御回路は前記トランスミッターで受信したコマンド情報やパラメータ情報に基づいて前記電極部に吸着用高電圧を供給する高電圧発生回路を含むことを特徴とする請求項2に記載の装置。

【請求項5】 ベース構造体と、該ベース構造体で規定される所定平面に沿って移動するステージ構造体と、該ステージ構造体上で被処理基板を保持する基板載置部とを有する移動ステージ装置において、前記被処理基板を前記基板載置部に静電吸着させる静電吸着手段と、前記ステージ構造体に設けられた再充電可能なバッテリーと、前記ステージ構造体に設けられて前記バッテリーからの電気エネルギーを前記静電吸着手段に制御して供給する給電制御回路と、前記ステージ構造体に設けられて前記給電制御回路の動作を指示する制御情報を受信する受信回路とを備えたことを特徴とする移動ステージ装置。

【請求項6】 前記受信回路は、前記静電吸着手段の動作を制御するための制御情報を無線方式で受信するトランスミッターを含むことを特徴とする請求項5に記載

の装置。

【請求項7】 前記静電吸着手段は前記基板載置部に形成された静電吸着用の電極部を含み、前記給電制御回路は前記トランスミッターで受信した制御情報に基づいて前記電極部に吸着用高電圧を供給する高電圧発生回路を含むことを特徴とする請求項6に記載の装置。

【請求項8】 前記受信回路は、前記ステージ構造体が前記被処理基板を受け取るためのローディング位置に移動されたときに前記ベース構造体側に設けられた送信ユニットの送電端子部と接続される受電端子部を有し、前記給電制御回路は、前記ステージ構造体がローディング位置に停止している間に前記受電端子部を介して受信した前記制御情報に応答して、前記静電吸着手段による被処理基板の吸着動作、又は吸着開放動作を開始することを特徴とする請求項5に記載の装置。

【請求項9】 前記被処理基板は半導体素子や液晶表示素子を製造するための感応基板であり、前記移動ステージ装置は大気以外の雰囲気中で前記感応基板上に所望の回路パターンを転写する露光装置に搭載されることを特徴とする請求項5に記載の装置。

【請求項10】 ベース構造体上で移動可能なステージ構造体を予め記憶された制御プログラムに従って移動させ、前記ステージ構造体上に交換可能に載置される複数枚の被処理基板の各々に回路パターンを転写することにより、前記被処理基板上に回路デバイスを形成する製造方法において、

前記被処理基板を前記ステージ構造体上に吸着固定するための第1アクチュエータと前記被処理基板を前記ステージ構造体上で3自由度以上で微動させるための第2アクチュエータとの少なくとも一方に電気エネルギーを供給する充電可能なバッテリーと、該バッテリーを充電するための電氣的な受端部とを前記ステージ構造体に設け、前記ステージ構造体が所定のスタンバイ位置に位置付けられると前記受端部と接続されて前記バッテリーへの充電電流を出力する送端部を前記ベース構造体に設け、前記複数枚の被処理基板が処理される間の適宜の時点で、前記バッテリーの充電のために前記ステージ構造体を前記スタンバイ位置へ移動させるコマンド又はパラメータを前記制御プログラムの一部として登録可能にしたことを特徴とする回路デバイス製造方法。

【請求項11】 前記スタンバイ位置は、前記被処理基板を前記ステージ構造体上に受け渡すためのローディング位置に設定され、前記被処理基板の交換作業の時間を利用して前記バッテリーを充電することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項12】 前記送端部と前記受端部とは、前記制御プログラムから出力される前記被処理基板の吸着開始と吸着解除とを表わす指令信号を送受信する通信ケーブルを備え、前記制御プログラムは前記ステージ構造体を前記ローディング位置に移動させて前記被処理基板の吸

着開始または吸着解除を実行することを特徴とする請求項11に記載の方法。

【請求項13】 前記ステージ構造体は大気以外の雰囲気設定され、該雰囲気内で前記被処理基板上に所望の回路パターンを転写することを特徴とする請求項12に記載の方法。

【請求項14】 ベース構造体と、該ベース構造体上の所定平面に沿って移動するとともに一部に被処理基板を減圧吸着する載置面が形成されたステージ構造体とを備えた移動ステージ装置において、前記ベース構造体の一部に設けられて前記ステージ構造体の載置面に被処理基板を吸着するための負圧気体を送り出す送端口と、前記ステージ構造体が所定の待機位置に移動したときに前記送端口と係合し得るように前記ステージ構造体の一部に設けられて、前記負圧気体を前記ステージ構造体側に取り入れる受端口と、該受端口から前記ステージ構造体の載置面までの間に形成される前記負圧気体の通路を開閉する弁機構と、前記ステージ構造体が前記待機位置に移動して前記送端口と前記受端口とが係合している間は前記弁機構を開状態にし、前記送端口と前記受端口とが非係合の間は前記弁機構を閉状態にする制御手段とを備えたことを特徴とする移動ステージ装置。

【請求項15】 前記被処理基板の吸着時に前記ステージ構造体の載置面と前記被処理基板との間のリークで生じる吸着力の低下を補うために、前記弁機構から前記載置面までの前記負圧気体の通路と連通する予備負圧室を設けたことを特徴とする請求項14に記載の装置。

【請求項16】 前記ステージ構造体は、軽量化のために内部に空洞が形成されたセラミックス系の構造部材で作られ、前記予備負圧室は前記構造部材の空洞を気密状態にして構成したことを特徴とする請求項15に記載の装置。

【請求項17】 前記セラミックス系の構造部材は前記被処理基板を載置して吸着するホルダーであることを特徴とする請求項16に記載の装置。

【請求項18】 前記弁機構は前記制御手段から出力される切り換え信号に応じて前記負圧気体の通路を開放状態と遮断状態とに切り換える電磁弁を含むことを特徴とする請求項14に記載の装置。

【請求項19】 前記ベース構造体と前記ステージ構造体には、前記受端口と前記送端口とが係合したときに互いに電気的に接続する送電端子と受電端子とが設けられ、前記電磁弁に与えられる切り換え信号を前記ベース構造体から前記送電端子と受電端子とを介して供給することを特徴とする請求項18に記載の装置。

【請求項20】 ベース構造体と、該ベース構造体上の所定平面に沿って移動するとともに一部に被処理基板を減圧吸着する載置面が形成されたステージ構造体とを備えた移動ステージ装置において、

前記ベース構造体の一部に設けられて、前記ステージ構造体の載置面に被処理基板を吸着するための負圧気体を送り出す送出機構と、前記ステージ構造体が所定の待機位置に在るときに前記送出機構と係合し得るように前記ステージ構造体の一部に設けられ、前記送出機構と係合中は前記送出機構からの負圧気体を前記ステージ構造体の載置面に導き、前記送出機構と非係合の間は外気との流通が遮断される受入機構とを含むことを特徴とする移動ステージ装置。

10 【請求項21】 前記受入機構は、前記ステージ構造体の移動推力を利用した押圧動作によって前記送出機構からの前記負圧気体の通路を開放するピストンを備えたことを特徴とする請求項20に記載の装置。

【請求項22】 前記ステージ構造体は、前記受入機構から前記載置面に至る前記負圧気体の通路の一部と連通した予備負圧室を備え、前記送出機構と前記受入機構とが非係合の間は前記予備負圧室内の負圧気体によって前記被処理基板の吸着を持続させることを特徴とする請求項20に記載の装置。

20 【請求項23】 前記送出機構は、前記ステージ構造体の載置面に吸着された被処理基板を速やかに取り外すために、前記受入機構が前記送出機構と係合したときに前記予備負圧室から前記載置面に至る負圧気体の通路に加圧気体を供給する気体供給系を備えることを特徴とする請求項22に記載の装置。

【請求項24】 前記送出機構は前記負圧気体または前記加圧気体の送出と遮断とを切り換える電磁弁を備え、前記受入機構は前記送出機構との係合中に前記予備負圧室に至る負圧気体の通路を開放し、非係合の間はその通路を遮断する電磁弁を備えることを特徴とする請求項23に記載の装置。

【請求項25】 回路パターンが形成されたマスク基板を吸着保持して走査露光の際に少なくとも1次元に移動可能な第1ステージ構造体と、前記回路パターンが露光される被露光基板を吸着保持して走査露光の際に少なくとも1次元に移動可能な第2ステージ構造体とを備えた投影露光装置を用いて、前記被露光基板上に前記回路パターンの像を形成する方法において、

前記マスク基板を前記第1ステージ構造体上に所定時間に渡って継続的に吸着するのに必要なエネルギーが蓄積される第1蓄積部材を前記第1ステージ構造体に搭載し、前記第1ステージ構造体が前記マスク基板を交換するための待機位置に位置したときは前記第1蓄積部材に新たなエネルギーを補充可能とし、前記第1ステージ構造体が待機位置から離れている間は前記第1蓄積部材からのエネルギーによって前記マスク基板の自立吸着を継続させる段階と；前記被露光基板を前記第2ステージ構造体上に所定時間に渡って継続的に吸着するのに必要なエネルギーが蓄積される第2蓄積部材を前記第2ステージ構造体に搭載し、前記第2ステージ構造体が前記被露

光基板を交換するための待機位置に位置したときは前記第2蓄積部材に新たなエネルギーを補充可能とし、前記第2ステージ構造体が待機位置から離れている間は前記第2蓄積部材からのエネルギーによって前記被露光基板の自立吸着を継続させる段階と；を含むことを特徴とする回路デバイス製造方法。

【請求項26】 前記投影露光装置は、前記第1ステージ構造体の1次元移動方向と直交した方向にスリット状もしくは長方形に延びた紫外線照明光を、前記マスク基板の回路パターンの一部に照射する照明系を備えたことを特徴とする請求項25に記載の方法。

【請求項27】 前記第1ステージ構造体への前記マスク基板の吸着、或いは前記第2ステージ構造体への前記被露光基板の吸着のためのエネルギーを減圧気体とするために、前記第1蓄積部材または前記第2蓄積部材は前記減圧気体を所定の容積で密閉するタンクで構成されることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項28】 前記タンク内の減圧気体によって前記マスク基板又は前記被露光基板の自立吸着を継続させるために、前記第1ステージ構造体または前記第2ステージ構造体が待機位置に位置したときは前記タンク内に減圧気体を導き、待機位置から離れている間は前記タンクの外気への開放を遮断する弁機構を、前記第1ステージ構造体または前記第2ステージ構造体に設けたことを特徴とする請求項27に記載の方法。

【請求項29】 前記第1ステージ構造体への前記マスク基板の吸着、或いは前記第2ステージ構造体への前記被露光基板の吸着のためのエネルギーを静電圧とするために、前記第1蓄積部材または前記第2蓄積部材は前記静電圧を発生するための電気回路系に電力を供給する再充電可能なバッテリーで構成されることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項30】 ベース構造体の上を移動するステージ構造体に被処理基板を保持し、前記ステージ構造体の移動により前記被処理基板上に所望の回路パターンを露光するリソグラフィ装置を用いて、前記被処理基板上に回路デバイスを形成する製造方法において、前記ベース構造体上の所定のローディング位置に向けて被処理基板を搬送すると共に、前記ステージ構造体をローディング位置に移動させる段階と；前記ローディング位置において前記被処理基板を前記ステージ構造体の基板載置部上に受け渡す段階と；前記ステージ構造体がローディング位置に在る間は、前記ステージ構造体内に形成される閉空間部に必要な減圧気体または加圧気体を前記ステージ構造体に設けられた受端口を介して供給する段階と；前記ステージ構造体がローディング位置から離れている間は前記受端口を介して前記閉空間部が外気に連通することを遮断する段階とを含むことを特徴とする回路デバイス製造方法。

【請求項31】 前記ステージ構造体の基板載置部は前

記被処理基板を減圧吸着して平坦化矯正する基板ホルダを含み、前記ステージ構造体内に形成される閉空間部は、前記基板ホルダの載置面上に前記被処理基板が載置されたときに前記載置面に形成される減圧吸着部を含むことを特徴とする請求項30に記載の製造方法。

【請求項32】 前記ステージ構造体内の閉空間部は、前記基板ホルダの載置面と前記被処理基板との間の吸着力を持続させるために、前記ステージ構造体又は基板ホルダ内に形成されて前記減圧吸着部と連通した容積拡張室を含むことを特徴とする請求項31に記載の製造方法。

【請求項33】 前記容積拡張室を前記基板ホルダ内に形成する場合は、前記容積拡張室の減圧による前記載置面の変形を低減するために前記容積拡張室を球型又は円筒型を基本として造形することを特徴とする請求項32に記載の製造方法。

【請求項34】 前記ステージ構造体の基板載置部は前記被処理基板を保持して前記ステージ構造体上で微小移動可能な基板ホルダで構成され、前記ステージ構造体内に形成される閉空間部は、前記基板ホルダと前記ステージ構造体との間に設けられた吸着パッド部への減圧路を含むことを特徴とする請求項30に記載の製造方法。

【請求項35】 前記ステージ構造体は、前記ローディング位置において被処理基板を前記基板載置部に対して上昇、降下させるリフト機構を有し、前記ステージ構造体内に形成される閉空間部は、前記リフト機構を減圧気体または加圧気体によって作動させる空力駆動源のシリンダ部を含むことを特徴とする請求項30に記載の製造方法。

【請求項36】 前記リソグラフィ装置は前記ステージ構造体を予め記憶された制御プログラムに応答して移動させるステージ制御器を有し、前記ステージ構造体は前記閉空間部の圧力を検知するセンサを有し、該センサによる検知圧力が所定範囲から外れると警報信号を発生することを特徴とする請求項30に記載の製造方法。

【請求項37】 前記制御プログラムは、前記ステージ構造体の移動により前記被処理基板上に設定される複数のショット領域の各々に前記回路パターンを順次露光する処理の実行中に前記警報信号が発生されると、前記露光処理を中断して前記ステージ構造体をローディング位置に移動させる処理中断動作を実行することを特徴とする請求項36に記載の製造方法。

【請求項38】 前記ステージ構造体は前記受端口から前記閉空間部までの気体通路を開放／遮断する電磁弁を有し、前記制御プログラムは、前記ステージ構造体がローディング位置に停止している間に前記電磁弁を開放／遮断する弁制御プログラムと、該電磁弁の遮断直後から前記センサによる検知圧力を監視して該監視結果に応じて前記警報信号を作る監視プログラムとを実行することを特徴とする請求項37に記載の製造方法。

【請求項39】 前記監視プログラムは、前記センサによる検知圧力が前記ステージ構造体内の閉空間部による所期の機能が維持され得る第1許容値から外れたときは第1警報信号を作り、前記閉空間部による所期の機能が維持不能とみなせる第2許容値から外れたときは第2警報信号を作ることとを特徴とする請求項38に記載の製造方法。

【請求項40】 前記処理中断動作は、前記露光処理のための被処理基板が前記ステージ構造体上に載置されている間に前記第1警報信号が発生した場合は、前記ステージ構造体をローディング位置に戻して前記弁制御プログラムを再実行させる機能を含むことを特徴とする請求項39に記載の製造方法。

【請求項41】 前記処理中断動作は、前記露光処理のための被処理基板が前記ステージ構造体上に載置されている間に前記第2警報信号が発生した場合は、前記ステージ構造体の移動を停止させて前記リソグラフィ装置の点検が必要であることを表す点検要求信号を発生する機能を含むことを特徴とする請求項40に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リソグラフィ装置や計測装置等に使われる精密な移動ステージ装置とそのステージ装置を用いた回路パターンの製造方法に関し、特に半導体デバイスや液晶表示デバイスを製造するリソグラフィ工程で使用される露光装置用のステージ装置と、そのような露光装置を使って感応基板上にデバイスパターンを形成する製造方法とに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体デバイスの製造現場のリソグラフィ工程では各種の露光装置が使用されている。その露光装置として、現在のところ量産ライン内で主流をなしているのはステップアンドリビート方式の縮小投影露光装置（ステッパー）である。その他に、回路パターンの原版としてのマスクとデバイス製造用の感光基板（例えば半導体ウェハ）とを投影光学系に対して相対走査するステップアンドスキャン方式の投影露光装置（スキャン露光機）、マスクと感応基板とを一定のギャップ間隔に設定してSOR等のX線によってステップアンドリビート露光するX線ステッパー、荷電粒子ビームによって回路パターンを描画したり電子放射マスクを転写する電子線露光装置等が知られている。

【0003】そしてこれらの露光装置の多くは、感光性又は感応性の基板（レジスト層を塗布した半導体ウェハ）を保持してパターン投射系（パターン像の投影系やマスク自体）に対して2次元移動する移動ステージ装置を備えている。その移動ステージ装置にも各種の方式が知られており、可動ステージ本体をベース定盤のガイド面に対してニードルベアリングやエアベアリングで支持

するように構成し、送りネジとナットによる接触式の駆動源や複数のリニアモータを組み合わせた非接触式の駆動源で移動させる方式が知られている。

【0004】いずれにしろこれらのステージ装置には、基板を吸着保持する真空吸着方式のホルダーや各種の空力作動源（ピストン、真空パッド部等）に真空圧、加圧気体を供給するための複数のフレキシブルチューブが配管されている。従って、可動ステージ本体はこれらのフレキシブルチューブをベース定盤に対して引きずって移動することになる。同様に可動ステージ本体内には各種の電気的駆動源（回転モータ、ボイスコイルモータ、ピエゾ素子、電磁石等）が設けられ、これらの電気的駆動源に対しても電気エネルギー供給用の複数の電気配線がベース定盤側、或いは装置コラム側から結線され、可動ステージ本体はこれらの配線を引きずって移動することになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のステージ装置において、非接触なガイド構造を採るエアガイドステージと非接触式のリニアモータとを組み合わせた構成では、可動ステージ本体の座標位置を計測するレーザ干渉計からの計測値が、指令された目標位置に対して所定の誤差範囲（例えば $\pm 0.04 \mu\text{m}$ ）内になるように複数のリニアモータをサーボ制御している。従って可動ステージ本体の移動安定性や静止安定性は、ガイド面での摺動部や駆動源内の機械的な接触部が無いために、主にリニアモータの駆動特性（トルクむら等）やサーボ特性に依存する。

【0006】このため、可動ステージ本体を目標速度に対して例えば $\pm 0.01\%$ 以内の高い精度で等速移動させたり、目標位置に対して例えば $\pm 0.04 \mu\text{m}$ 以内に静止させたりする場合、ステージ本体はフレキシブルチューブや電気配線の引っ張り力（テンション）の変化、チューブや配線自体の振動等を含んでサーボ制御され、結果的に等速性や静止精度が所望の規格から悪化することが起り得る。

【0007】特に、可動ステージ本体の周波数応答性を高めるためにステージ本体をセラミック材のハニカム構造（中空構造）にして軽量化した場合、フレキシブルチューブや電気配線を伝わってくる空調チャンパー内の動力源の振動、空調チャンパーからの送風による空気振動（音波）がステージ本体の動特性、静特性に影響し易くなり、基板上に形成される回路パターンの転写位置精度、解像力、重ね合わせ精度を劣化させる原因となるといった問題がある。

【0008】そこで、可動ステージ本体をX、Y（及びZ、 θ ）方向に駆動させる各種の駆動アクチュエータ（モータ、電磁石等）の出力容量を強大なものにし、サーボ制御時のループゲインを大きくすれば、チューブや配線のテンションの影響や各種振動の影響を受けにくい

サーボ特性を得ることは可能である。しかしながら駆動源の出力容量の強大化は発熱の増大を招き、その結果、レーザ干渉計の光路内の空気に温度ゆらぎ、屈折率変動が生じて測長精度が劣化するという別の問題が起り得る。

【0009】そこで本発明は、可動ステージ本体に接続される各種チューブや配線の影響によって動特性や静特性が劣化することを防止したステージ装置を得ることを1つの目的とし、また交換可能に基板を真空吸着する機能を備えた可動ステージに接続される減圧気体（真空圧）供給用のチューブを取り除いたステージ装置を得ることを1つの目的とする。さらに本発明では、そのようなステージ装置を搭載して半導体素子、液晶表示素子用の回路デバイスを露光処理するリソグラフィ露光装置を提供すること、及びそのような露光装置の改良された操作方法を利用した回路パターン（デバイスパターン）の製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決する為の構成】本願の請求項1に記載の発明は、ベース構造体（定盤3）と、ベース構造体（3）で規定される所定平面（XY平面）に沿って移動するステージ構造体（可動ステージ本体2）と、ステージ構造体（2）上で被処理基板（ウェハW等）を保持する基板載置部（ホルダ10）とを有する移動ステージ装置（1）に適用される。

【0011】そして本願発明では、ステージ構造体（2）をベース構造体（3）から浮上させた状態でベース構造体（3）の所定平面（規定平面3a）に沿って非接触方式で移動させる電氣的駆動手段（電磁推進ユニット4a~4dと永久磁石の組）と、被処理基板（W）を基板載置部（10）に吸着させる電氣的吸着手段（静電吸着用の電極10a）と、ステージ構造体（2）に設けられて電気エネルギーを蓄積する再充電可能なバッテリー（ニッカド・バッテリー100）と、ステージ構造体（2）に設けられて電氣的駆動手段（4a~4d）と電氣的吸着手段（10a）の少なくとも1つにバッテリー（100）からの電気エネルギーを制御して供給する給電制御回路（CPU110、高電圧制御回路112、ドライバ回路114、116）と、ステージ構造体（2）に設けられて給電制御回路（110~116）の動作を指示する制御情報を受信する受信回路（RFC106、デジタルコンバータ回路108、又は受電端子部9aとデータカプラ部102）とを設けるようにした。

【0012】さらに本願の請求項5に記載の発明は、ベース構造体（定盤3）と、ベース構造体（3）で規定される所定平面（XY平面）に沿って移動するステージ構造体（可動ステージ本体2）と、ステージ構造体（2）上で被処理基板（ウェハW等）を保持する基板載置部（ホルダ10）とを有する移動ステージ装置（1）に適用される。

【0013】そして本願発明では、被処理基板（W）を基板載置部（10）に静電吸着させる静電吸着手段（電極10a）と、ステージ構造体（2）に設けられた再充電可能なバッテリー（ニッカド・バッテリー100）と、ステージ構造体（2）に設けられてバッテリー（100）からの電気エネルギーを静電吸着手段（10a）に制御して供給する給電制御回路（CPU110、高電圧制御回路112）と、ステージ構造体（2）に設けられて給電制御回路（110、112）の動作を指示する制御情報を受信する受信回路（RFC106、デジタルコンバータ回路108、又は受電端子部9aとデータカプラ部102）とを設けるようにした。

【0014】さらに本願の請求項10に記載の発明は、ベース構造体（定盤3）上で移動可能なステージ構造体（可動ステージ本体2）を予め記憶された制御プログラム（ミニコン52又は制御ユニットボード51内に記憶）に従って移動させ、ステージ構造体（2）上に交換可能に載置される複数枚の被処理基板（ウェハW等）の各々に回路パターンを転写することにより、被処理基板（W）上に回路デバイスを形成する製造方法に適用される。

【0015】そして本願発明では、被処理基板（W）をステージ構造体（2）上に吸着固定するための第1アクチュエータ（ホルダ10とその表面の電極10a）と被処理基板をステージ構造体（2）上で3自由度以上で微動させるための第2アクチュエータ（微動用のモータZM1、ZM2、ZM3）との少なくとも一方に電気エネルギーを供給する充電可能なバッテリー（ニッカド・バッテリー100等）と、そのバッテリー（100）を充電するための電氣的な受端部（受電端子部9a）とをステージ構造体（2）に設け、ステージ構造体（2）が所定のスタンバイ位置（ローディング位置等）に位置付けられると受端部（9a）と接続されてバッテリー（100）への充電電流を出力する送端部（送電端子部9b）をベース構造体（3）に設け、バッテリー（100）の充電のために、複数枚の被処理基板（W）が処理される間の適宜の時点でステージ構造体（2）をスタンバイ位置へ移動させるコマンド又はパラメータ（ステップ55A~55Gと57A~57G）を制御プログラムの一部として登録できるようにした。

【0016】また本願の請求項14に記載の発明は、ベース構造体（定盤3又はコラム30）と、ベース構造体（3又は30）で規定される所定平面（XY平面）に沿って移動するとともに、一部に被処理基板（ウェハW）を減圧吸着する載置面（ホルダー10）が形成されたステージ構造体（ステージ本体2）とを備えた移動ステージ装置に適用される。

【0017】そして本願発明では、ベース構造体（3又は30）の一部に設けられてステージ構造体（2）の載置面（10）に被処理基板を吸着するための負圧気体を

送り出す送端口(84)と、ステージ構造体(2)が所定の待機位置(ローディング位置LDP)に移動したときに送端口(84)と係合し得るようにステージ構造体(2)の一部に設けられて、負圧気体をステージ構造体(2)側に取り入れる受端口(70)と、受端口(70)からステージ構造体の載置面(10)までの間に形成される負圧気体の通路(70a, 73, 91; 182, 180, 91; 160v, 182, 73, 91)を開閉する弁機構(71又は71a)と、ステージ構造体(2)が待機位置(LDP)に移動して送端口(84)と受端口(70)とが係合している間は弁機構(71又は71a)を開状態にし、送端口(84)と受端口(70)とが非係合の間は弁機構(71又は71a)を閉状態にする制御手段(51a, 71b, ステップ210, 222, 266)とを設けるようにした。

【0018】また本願の請求項20に記載の発明は、ベース構造体(3又は30)と、ベース構造体(3又は30)で規定される所定平面(XY平面)に沿って移動するとともに、一部に被処理基板(W)を減圧吸着する載置面(ホルダー10)が形成されたステージ構造体(2)とを備えた移動ステージ装置に適用される。そして本願発明では、ベース構造体(3又は30)の一部に設けられてステージ構造体(2)の載置面(10)に被処理基板(W)を吸着するための負圧気体を送り出す送出機構(80~84, 51a)と、ステージ構造体(2)が所定の待機位置(ローディング位置LDP)に在るときに送出機構(80~84, 51a)と係合し得るようにステージ構造体(2)の一部に設けられ、送出機構(80~84, 51a)と係合中は送出機構からの負圧気体をステージ構造体(2)の載置面(10)に導き、送出機構(80~84, 51a)と非係合の間は外気との流通が遮断される受入機構(70, 71又は71a; 70, 77)とを設けるようにした。

【0019】また本願の請求項25に記載の発明は、回路パターンが形成されたマスク基板(R)を吸着保持して走査露光の際に少なくとも1次元に移動可能な第1ステージ構造体(26)と、回路パターンが露光される被露光基板(W)を吸着保持して走査露光の際に少なくとも1次元に移動可能な第2ステージ構造体(2)とを備えた投影露光装置を用いて、被露光基板(W)上に回路パターンの像を形成する方法に適用される。

【0020】そして本発明では、マスク基板(レチクルR)を第1ステージ構造体(レチクルステージ26)上に所定時間に渡って継続的に吸着するのに必要なエネルギー(静電吸着用の電気や真空吸着の減圧気体)が蓄積される第1蓄積部材(バッテリーやタンク室)を第1ステージ構造体(26)に搭載し、第1ステージ構造体(26)がマスク基板(R)を交換するための待機位置に位置したときは第1蓄積部材(バッテリーやタンク室)に新たなエネルギー(電気や減圧気体)を補充可能

とし、第1ステージ構造体(26)が待機位置から離れている間は第1蓄積部材(バッテリーやタンク室)からのエネルギーによってマスク基板(R)の自立吸着を継続させる段階と、被露光基板(W)を第2ステージ構造体(可動ステージ本体2)上に所定時間に渡って継続的に吸着するのに必要なエネルギー(静電吸着用の電気や真空吸着の減圧気体)が蓄積される第2蓄積部材(バッテリー100やタンク72, 72a, 72c)を第2ステージ構造体(2)に搭載し、第2ステージ構造体(2)が被露光基板(W)を交換するための待機位置(ウェハ交換位置LDP)に位置したときは第2蓄積部材(バッテリー100やタンク72, 72a, 72c)に新たなエネルギーを補充可能とし、第2ステージ構造体(2)が待機位置(LDP)から離れている間は第2蓄積部材(バッテリー100やタンク72, 72a, 72c)からのエネルギーによって被露光基板(W)の自立吸着を継続させる段階とを実行するようにした。

【0021】そして本願の請求項30に記載の発明は、ベース構造体(3又は30)の上を移動するステージ構造体(可動ステージ本体2)に被処理基板(W)を保持し、ステージ構造体(2)の移動により被処理基板(W)上に所望の回路パターンを露光するリソグラフィ装置を用いて、被処理基板(W)上に回路デバイスを形成する製造方法に適用される。

【0022】そして本願発明では、ベース構造体(3又は30)上で規定される所定のローディング位置(ウェハ交換位置LDP)に向けて被処理基板(W)を搬送すると共に、ステージ構造体(2)をローディング位置(LDP)に移動する段階(ステップ204, 206, 212)と、ローディング位置(LDP)において被処理基板(W)をステージ構造体(2)の基板載置部(ホルダー10)上に受け渡す段階(214)と、ステージ構造体(2)がローディング位置(LDP)に在る間は、ステージ構造体(2)内に形成される閉空間部(ホルダー10の溝91, 上部ステージ体2aの吸着パッド144, リフトピンPC1PC3の吸着孔, エアジャッキ124)で必要な減圧気体または加圧気体をステージ構造体(2)に設けられた受端口(70)を介して供給する段階(例えばステップ210, 216)と、ステージ構造体(2)がローディング位置(LDP)から離れている間は受端口(70)の外気との連通を遮断する段階(例えばステップ222)とを実施するようにした。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明は、可動ステージ本体に接続されるチューブや配線のテンションによる影響を低減するために、それらのチューブや配線の本数を極力少なくすることを基本的な考え方としている。そして最も望ましい1つの態様においては、可動ステージ本体内に設けられている真空作動源(ウェハ又はマスクを吸着するホルダ等)や空力作動源(浮上用のエアベアリング等)

を電磁力や静電力による電氣的作動源に置き換え、その電氣的作動源とともに可動ステージ本体の移動を司る電氣的作動源（リニアモータのコイル等）を作動させる電気エネルギーを、可動ステージ本体に搭載したバッテリーから駆動回路を介して供給するように構成し、その駆動回路を電波通信や光通信による無線方式で制御するように構成する。

【0024】また本発明の別の好適な態様においては、可動ステージ本体内の真空作動源や空力作動源を電氣的作動源に置き換えることで、少なくとも真空供給用や圧搾空気供給用のフレキシブルチューブが不要となり、同時に可動ステージ本体にバッテリーと駆動回路を搭載することによって電力供給用の太いワイヤー線の束が不要となる。このため駆動回路には細い通信用のケーブルだけを接続すればよく、可動ステージ本体に加わるケーブルのテンションを小さくすることができる。

【0025】また本発明の別の態様によるステージ装置では、真空供給用や圧搾空気供給用のフレキシブルチューブのみを無くし、電気エネルギーの供給は従来通りのワイヤー線で接続される。その場合、可動ステージ本体に搭載のバッテリーは消費電力の少ない静電力による吸着作動源や小型モータへの給電に使われ、可動ステージ本体をベース定盤上で移動させる大電力の電磁気アクチュエータ（リニアモータ、磁気浮上用コイル等）に対しては従来通りの配線方式としてもよい。

【0026】このように可動ステージ本体にバッテリーを搭載する場合、そのバッテリーは再充電可能なニッケル・カドミウム、ニッケル・水素等のバッテリーの他に、大容量の電解コンデンサでもよいが、いずれの場合も適宜の時点で充電作業が必要となる。そこで本発明によるステージ装置を露光装置に適用した場合は、ステージ装置上に基板を順次載置して露光処理する間の適宜の時点で可動ステージ本体をスタンバイ位置に位置付け、その位置でベース定盤又は装置コラム側の充電用送電端子と可動ステージ本体側の充電用受電端子とを接続させるようなバッテリー充電用のコマンド（ステージの移動や停止、充電モードの指定等）やパラメータ（ステージの停止位置、充電時間等）を、露光装置制御用のプログラム内に登録できるような構成（ソフトウェア）にする必要がある。

【0027】そのスタンバイ位置は、好ましくはステージ装置上に基板を交換載置する際のローディング／アンローディング位置、或いは可動ステージ本体の位置を計測するレーザ干渉計をリセットするためのリセット位置（ステージの物理的な原点位置）等のように、可動ステージ本体が比較的長い期間に渡って停止し得る位置に設定される。

【0028】さらに、本発明の別の態様によるステージ装置においては、ウェハやレチクル等の基板を真空吸着するホルダーからステージ定盤または装置コラムに至る

真空吸着用の減圧気体のチューブを省略するために、定盤や装置コラム側には減圧気体（真空圧）供給用の送端口（アウトレット）を固定し、ホルダー上またはホルダーが搭載される可動ステージ本体上にはそのアウトレットと結合可能な受端口や受入機構（インレット）を設け、可動ステージ本体が所定のスタンバイ位置（基板の交換位置等）に停止するとアウトレットとインレットとの結合によりホルダーでの基板吸着が開始されるように構成した。そして可動ステージ本体がスタンバイ位置から移動する場合は、そのインレットを介した吸着減圧路の外気との連通を阻止するパッシブ又はアクティブな弁機構を作動させて、ホルダーの基板吸着動作を持続するように構成した。

【0029】このようにして可動ステージ本体上に基板を真空吸着する場合、ホルダー又は可動ステージ本体内には、ホルダーの吸着面と連通し得る減圧予備室（リザーブタンクやタンク室）を設け、その吸着面における減圧部（1ミリ程度の深さの吸着溝や微小な凹部）のみの総体積が極めて小さいことによる吸着持続時間の極端な低下を補い、長時間に渡って十分な真空吸着力が維持されるようにした。

【0030】また本発明による可動ステージ装置は、回路パターンを描画されたマスクやレチクルを大きなストロークで1次元又は2次元移動するマスクステージ装置にも同様に適用できる。特に、感応基板上的複数のショット領域をステップアンドスキャン方式で順次露光するために、マスクやレチクルをそのサイズ以上のストロークで走査移動させるマスクステージ装置に適用すると効果的である。この場合も、マスクステージ装置は真空吸着や静電吸着等によってマスクやレチクルを保持するため、可動ステージ本体が引っ張っていく真空吸着用のフレキシブルチューブや電気配線を省略できる、或は従来よりも少ない本数のチューブや電気配線に制限できるといった利点は同様に見られる。

【0031】さらに本発明では、可動ステージ装置内で必要な真空吸着機構だけでなく、加圧気体によって可動体を移動させる空力駆動系に対しても同様なシステムが構築でき、その場合は可動ステージ本体が空力駆動系に必要な加圧気体を供給するためのフレキシブルチューブ類を引っ張り回すことが避けられると言った利点がある。この利点は、1つには可動ステージ本体内の空力駆動源に接続される加圧気体の供給路中を開放／遮断するための弁機構を可動ステージ本体に設けることによって得られる。

【0032】また本発明においては、可動ステージ本体上の弁機構や減圧予備室で構築される自立吸着システムによって基板がホルダー上に真空吸着されている間、その吸着力が正常に作用しているか否かを判断する吸着監視プログラムを作動させるようにした。これによって基板とホルダーとの間で生じるリークの有無、リークによ

る吸着力の変化、吸着持続時間の管理等が自動的に行われ、可動ステージ本体の加減速によって基板がホルダー上で位置ずれを起し得ることが事前に予測可能となる。このため、露光装置を用いたリソグラフィ工程が安全に運用され、半導体素子や液晶表示素子等のデバイス製造の歩留まりが向上する。そこで、以下に本発明の具体的な実施例の幾つかを図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例によるステージ装置1の全体構成を示す斜視図であり、被処理基板としての半導体ウェハが載置されるホルダー10の載置面には静電吸着用の電極10aが形成されている。ホルダー10は可動ステージ本体2上に設けられた不図示のZ方向微動機構とレベリング機構（両者を合わせてZ/L微動機構とする）とによって支持されている。そして可動ステージ本体2は、ベース定盤3上に形成された規定平面3aに沿ったX、Y方向に2次元移動可能に支持されている。

【0033】ここで図1のステージ装置1は、ステージ本体2の自重を支持するフルフラットな平面3aをZ方向ガイド面として有するが、それ以外のX、Y方向の移動ガイド面は持たないガイドレス方式で構成される。そのためステージ本体2の下部には、平面3aに対して磁気浮上力を発生させる複数の電磁石ユニット（ここでは不図示）の他に、ステージ本体2をX、Y、 θ 方向に運動させるための推力を発生する複数のコイル等の電磁推進ユニット4a、4b、4c、4d（4dは不図示）が設けられている。

【0034】この電磁推進ユニット4a～4dは、ベース定盤3の平面3a内のほぼ全面にマトリックス状に配列された多数の永久磁石と協同して各方向の推力を発生するように2次元移動タイプの平面モータとして構成されている。このような構造に類似したステージ装置は、例えば米国特許第4,654,571号に開示されており、必要に応じてその公報に開示された構成をそのまま、或いは若干の変形を加えて図1の装置に適用できる。ただしその米国特許第4,654,571号では可動ステージ本体のベース定盤に対する浮上をエアベアリング方式で行っており、本実施例の図1のステージ装置1の場合も可動ステージ本体2の下部にエアパッド部を設けて同様のエアベアリング方式とすることができ

る。【0035】またステージ本体2、ホルダー10はセラミック材（高絶縁性の非磁性体）で作られ、特にステージ本体2は軽量化を図るために内部をハニカム構造またはリム構造としてある。そしてステージ本体2のX方向に延びた側端部には移動鏡5Yが一体に形成され、Y方向に延びた側端部には移動鏡5Xが一体に形成され、各移動鏡5Y、5Xの表面には夫々X方向とY方向とに延びた反射面が蒸着されている。その移動鏡5Yにはベース定盤3に固定されたレーザ干渉計6Yからの測長用ビームがY方向に沿って投射され、移動鏡5Yの反射面の

Y方向に関する座標位置の変化を表す干渉ビームがレーザ7Yによって光電検出される。

【0036】同様に移動鏡5Xにはレーザ干渉計6Xからの測長用ビームがX方向に沿って投射され、移動鏡5Xの反射面からの干渉ビームがレーザ7Xによって光電検出される。そしてベース定盤3の側端部には送光用のレーザビームを各干渉計5X、5Yに供給するビーム路8X、8Yが形成される。さらに各干渉計6X、6Yはステージ本体2のX、Y方向の移動位置の計測だけでなく、ステージ本体2のZ軸回りの回転量（ θ 方向のヨーイング）も計測するように構成され、これら干渉計6X、6Yで計測されたX、Y、 θ 方向の各計測値に基づいて電磁推進ユニット4a～4dの各推力がサーボ制御される。

【0037】またこのステージ本体2の側端部の一部には、内蔵されたバッテリーの充電のための受電端子部9aが形成され、ベース定盤3上の対応した高さ位置にはバッテリー充電用の送電端子部9bが台座9を介して取り付けられ、そして台座9内には急速充電用の電源回路が設けられている。さらに受電端子部9aと送電端子部9bには、ステージ本体2に内蔵されたマイクロコンピュータと装置統括制御用の外部コンピュータとの間で各種の情報通信を行う光カブラや電気カブラが設けられている。

【0038】ところで、図1のステージ装置がステップアンドリビート方式またはステップアンドスキャン方式の投影露光装置に適用される場合、紫外線（水銀ランプの輝線やエキシマレーザ光等）用の投影光学系や荷電粒子線露光で使われる電子レンズ投影系等のパターン投射系の位置と、ステージ本体2の位置とのXY方向の相対的な位置関係を較正する必要があるため、ステージ本体2の上面部の周辺には各種の基準マークを形成した基準マーク板14が固定されている。

【0039】さらにステージ本体2の別の周辺部には、パターン投射系の外側に配置された装置コラム側の送受光部と光通信するための小レンズ体を含む光カブラ部12が取り付けられている。このような光カブラ部12の具体的な構成と使い方に關しては、本願と同一出願人による先の出願、特願平8-229839号に詳細に開示されているので、ここでは詳細な説明を省略する。次に、図1のステージ装置の可動ステージ本体2に内蔵される電気回路系の全体的な構成を図2を参照して説明する。図2においてエネルギー蓄積部材としての再充電可能なバッテリー100は、例えば7.5V、3600mAhのニッケル系バッテリーの複数個を直列または並列にしたものであり、必要な電力容量が確保されるように構成される。バッテリー100からの電源ラインは、受電端子部9aに接続される充電/通信カブラ回路102と、ホルダー10の静電吸着用の電極10aに接続される高電圧制御回路112と、電磁推進ユニット4a～4

dの各々に取り付けられた複数の電磁コイル群XM1、XM2、YM1、YM2に駆動電流を供給するドライブ回路114、116と、ホルダー10のZ/L駆動機構に内蔵されたボイスコイル型、Eコア型の電磁アクチュエータやピエゾ伸縮素子等による3つのモータZM1、ZM2、ZM3の各々に駆動信号を供給するドライブ回路118とに夫々接続される。

【0040】ところで、図2では可動ステージ本体2をベース定盤3に対して磁気浮上させるための電磁ユニットや、それらのユニットへの給電回路を省略してあるが、当然のことながら磁気浮上用の電磁ユニットも必要に応じてバッテリー100からの電気エネルギーを受けて駆動される。ただしこの場合、図2のステージ装置1にはZ/L駆動機構(ZM1~ZM3)が設けられているので、可動ステージ本体2を磁気浮上させる精度はそれ程高くなくてもよい。すなわち磁気浮上用の電磁ユニットは、バッテリー100から簡単な定電流駆動回路を介して一定電流を供給するオープンループ制御で十分機能する。また、そのような磁気浮上用の電磁ユニットは、ステージ本体2を静圧気体軸受を介して浮上させる場合は全く不要である。

【0041】さて、図2において安定化電源回路(VRC)104は、比較的消費電力が少ない回路群に対して充電/通信カブラ回路102からのバッテリー電圧をDC/DCコンバータ方式等で安定化した電源電圧(5V、±15V等)に変換して供給する。その安定化された電源電圧は、無線方式でアンテナATを介して電波を受信したり送信したりするためのRF回路106と、無線電波で送受信される各種の情報をアナログとデジタルとの間で相互変換するコンバータ回路108と、ステージ本体2内の電気回路系を全体的に制御するマイクロコンピュータ(CPU)110とに送られる。尚、アンテナATとRF回路106(又はコンバータ回路108も含む)によって無線方式のトランスミッターが構成される。

【0042】CPU110は、充電/通信カブラ回路102内の制御ロジック部や通信インターフェイス部と接続され、充電状態の管理/制御と通信ポートの管理/制御を行う。なお充電/通信カブラ回路102内のインターフェイス部は必要に応じて光通信用回路(LED、フォトダイオード、変調-復調回路等)で構成してもよい。この場合には、ステージ装置1側の送電端子部9bにも光通信インターフェイス用の発光素子、受光素子が設けられる。

【0043】またCPU110は、無線方式で外部の統括コンピュータと通信するための各種デジタル情報(コマンド、パラメータ、データ等)をコンバータ回路108との間でやり取りする。さらにCPU110は、外部コンピュータから送信されたコマンドやパラメータに回答して、ウェハの吸着と開放とを制御する情報を高電圧

制御回路112に出力し、各ドライブ回路114、116、118には制御用の情報をリアルタイムに出力する。

【0044】図2のように、ステージ本体2のXYθ方向の移動を司る電磁推進ユニット4a~4dとZ/L駆動機構のモータZM1~ZM3とを内蔵バッテリー100の電力で駆動する場合、ドライブ回路114、116、118への指令値出力のサイクルタイムはmsオーダー以下の高速性が要求されるので、CPU110はマルチプロセッサタイプでクロック周波数が数十MHz程度のものが望ましい。

【0045】また電磁推進ユニット4a~4d(或いは磁気浮上用の電磁ユニット)に対して従来通りにステージ本体2とベース定盤3との間で電気配線を接続する方式(ワイヤード方式)にする場合、図2中の電磁コイル群XM1、XM2、YM1、YM2と各ドライブ回路114、116とが不要となるので、CPU110によるリアルタイム制御は専らZ/L微動機構のドライブ回路118だけになり、CPU110を構成するプロセッサの処理負荷が軽減される。またその場合、図2中で最も消費電力の大きいドライブ回路114、116が省略されるのでバッテリー100の充電サイクルを長くできるといった利点もある。

【0046】さらに電磁推進ユニット4a~4d(及び磁気浮上用の電磁ユニット)とZ/L微動機構用のモータZM1~ZM3とをワイヤード方式で給電する場合は、ウェハのホルダー10への吸着、或いはステージ本体2内に設けられた別の静電吸着パッドのための高電圧制御回路112と他の小電力回路系だけが内蔵バッテリー100からの電力で作動される。このため、バッテリー100の消費電力はさらに小さくなり、バッテリーの小型化、軽量化の促進によるステージ本体2の総重量の低減も可能となる。

【0047】この場合、静電吸着用の各種電極(10a等)では一般に殆ど電流を消費しないので、高電圧制御回路112の消費電力はかなり小さくでき、同時に精密な駆動制御が必要な電氣的作動源(4a~4d、ZM1~ZM3)も無いために、CPU110やコンバータ回路108等を省略することも可能となる。そして場合によっては、図2中の充電/通信カブラ回路102と高電圧制御回路112のみを小容量のバッテリー100とともにステージ本体2に設けることも可能である。この場合、ホルダー10へのウェハ吸着のオン・オフは充電/通信カブラ回路102の通信用インターフェイス部を介して受電端子部9a、送電端子部9bから指示される。

【0048】一般にウェハ吸着のオン・オフは、ウェハ交換時にステージ本体2がローディング/アンローディング位置に停止しているときに行われ、またステージ本体2内に設けられた他の静電吸着パッドも一般にはウェハ交換時にオン・オフされるので、その位置で受電端子

部9aと送電端子部9bとが接続されるようにしておけば何ら問題ない。次に図3を参照して図1、図2のステージ装置を用いた露光装置の一例を説明するが、ここではチューブや配線等の引きずりによる影響が問題となり得る64Mbitクラス以上の半導体メモリデバイス(D-RAM)の製造に対応したステップアンドスキャン方式の投影露光装置を例示する。

【0049】図3の露光装置はエキシマレーザ光源20からのパルスレーザ光を露光用照明光として利用する。エキシマレーザ光源20は波長248nmのKrFエキシマレーザ光、又は波長193nmのArFエキシマレーザ光をパルス発光するものであり、その波長幅は露光装置の投影光学系PLを構成する各種の光学素子の硝材に起因した色収差が許容範囲内になるように狭帯化されている。狭帯化すべき中心波長の絶対値や狭帯化幅(1pm~300pmの間)の値は操作パネル21上に表示されるとともに、必要に応じて操作パネル21から調整できるようになっている。また操作パネル21からはパルス発光のモード(代表的には自励発振、外部トリガ発振、メンテナンス用発振の3つのモード)が設定できる。

【0050】エキシマレーザ光源20からのエキシマレーザ光は遮光性の管22を介して露光装置のビーム受光系23に導かれる。ビーム受光系23内には、露光装置の照明光学系24の光軸に対してエキシマレーザ光が常に所定の位置関係になるように、エキシマレーザ光の照明光学系24への入射位置や入射角度を最適に調整する複数の可動反射鏡が設けられている。

【0051】このように、エキシマレーザを光源とする露光装置の一例は、特開昭57-198631号公報、特開平1-235289号公報、特開平2-135723号公報、特開平2-294013号公報等に開示され、エキシマレーザ光源をステップアンドスキャン露光に利用した露光装置の一例は、特開平2-229423号公報、特開平6-132195号公報、特開平7-142354号公報等に開示されている。従って本願の図3に示した露光装置においても、上記の各特許公報に開示された技術内容をそのまま、或いは部分的に変更して利用可能である。

【0052】さて照明光学系24内には、エキシマレーザ光を一樣な強度分布の照明光にするためのフライアイレンズ系、走査露光時のレチクル照明光を矩形スリット状に制限するレチクルブラインド(照明視野絞り)、ブラインドの矩形スリット状の開口をレチクル上の回路パターン領域に結像する結像系(コンデンサーレンズを含む)等が設けられている。レチクルに照射される矩形スリット状の照明光は、図3中の投影光学系PLの円形投影視野の中央にX方向(非走査方向)に細長く延びるように設定され、その照明光のY方向(走査方向)の幅はば一定に設定されている。

【0053】尚、レチクル上の回路パターン領域周辺の遮光帯の幅を狭くしたり、レチクルの走査移動ストロークを極力短くしたい場合は、例えば特開平4-196513号公報に開示されているように走査露光中にレチクルブラインドの走査方向の幅を変化させる機構を設けるのが望ましい。さて、レチクルは図3中のレチクルステージ26上に吸着保持され、レチクルステージ26は走査露光のためにリニアモータ等によってレチクルベース定盤28上をY方向に大きなストロークで直線移動するとともに、X方向とθ方向に関してもボイスコイルモータ(VCM)、ピエゾ素子等によって微小移動可能に設けられている。そしてレチクルベース定盤28は、投影光学系PLのフランジを固定する本体コラム定盤30から上方に立設された4本の支柱29の上に固定されている。

【0054】本体コラム定盤30は、本実施例では内部を空洞にした箱状に形成され、その空洞内には先の図1に示したステージ装置のベース定盤3が固定されている。図3においては、図1中の構成要素のうちの可動ステージ本体2、X方向用の干渉計6X、送電端子部9bの台座9のみを模式的に示してある。そして図3中の可動ステージ本体2は、ウェハ搬送ロボット40のアーム42の先端に支持されたウェハWを受け取るローディング位置(スタンバイ位置)、又は可動ステージ本体2のホルダー上のウェハをアーム42に受け渡すアンローディング位置(スタンバイ位置)に静止しているものとする。従って図1中に示した受電端子部9aと送電端子部9bは図3の状態では互いに係合している。

【0055】さらに本体コラム定盤30の4隅の各々には、装置全体を床から支持するための防振機能付のマウント台32が設けられている。そのマウント台32は装置全体の自重をエアシリンダを介して支えるとともに、装置全体の傾きとZ方向への変位、及び装置全体のX、Y方向の変位とをアクティブに補正するアクチュエータを備えている。

【0056】ところで、図3に示した露光装置本体の全体的な動作は、装置本体内の各構成部分(エキシマレーザ光源20、照明光学系24、レチクルステージ26、ウェハ用の可動ステージ本体2、搬送ロボット40等)の各々を個別に制御する複数のユニット制御ボード51、各制御ボード51を統括的に制御するミニコンピュータ52、そして操作パネル53とディスプレイ54等を含む制御ラック50によって管理される。各制御ボード51内にはマイクロプロセッサ等のユニット側コンピュータが設けられ、これらのユニット側コンピュータがミニコンピュータ52と連携することによって複数枚のウェハの一連の露光処理が実行される。

【0057】その一連の露光処理の全体的なシーケンスはミニコンピュータ52内に予め記憶されたプロセスプログラムによって管理される。プロセスプログラムはオ

ベレータが作成した露光処理ファイル名のもとに、露光すべきウェハに関する情報（処理枚数、ショットサイズ、ショット配列データ、アライメントマーク配置データ、アライメント条件等）、使用するレチクルに関する情報（パターンの種別データ、各マークの配置データ、回路パターン領域のサイズ等）、そして露光条件に関する情報（露光量、フォーカスオフセット量、走査速度のオフセット量、投影倍率オフセット量、ディストーション補正量、照明系の α 値設定、投影レンズ系のNA値設定等）をパラメータ群のパッケージとして記憶するものである。

【0058】ミニコンピュータ52は、実行指示されたプロセスプログラムを解読してウェハの露光処理に必要な各構成要素の動作を、対応するユニット側コンピュータにコマンドとして次々に指令していく。このとき、各ユニット側コンピュータは1つのコマンドを正常終了すると、その旨のステータスをミニコンピュータ52に送出し、これを受けたミニコンピュータ52はユニット側コンピュータに対して次のコマンドを送る。

【0059】このような一連の動作のなかで、ウェハ交換のコマンドがミニコンピュータ52から送出されると、可動ステージ本体2の制御ユニットとウェハ搬送ロボット40の制御ユニットとが協同して、可動ステージ本体2とアーム42（ウェハW）とは図3のような位置関係（スタンバイ位置）に設定される。このとき、可動ステージ本体2の制御ユニット内のマイクロコンピュータ、或いはミニコンピュータ52に予め記憶されたバッテリー充電制御用または通信用のコマンドとパラメータに回答したプログラムが起動される。

【0060】そこで、図4にそのプログラムのフローチャートの一例を示す。本実施例では、先の図2中に示したCPU110が充電/通信カブラ回路102と協同してバッテリー100の充電状態（フルチャージ時からの放電電流や放電時間等のデータ）を管理しているものとする。そして可動ステージ本体2がスタンバイ位置（ウェハ交換位置）に停止して受電端子部9aと送電端子部9bとが接続されると、端子部9a、9b内のデータカブラ部も接続されるので、図4のプログラムを実行するユニットコンピュータ或いはミニコンピュータ52と可動ステージ本体2側のCPU110とがソフトウェア上で通信可能になる。

【0061】もちろん図4のプログラムは、図2に示した無線方式のトランスミッター（RFC106、デジタルコンバータ108）を介してユニットコンピュータ或いはミニコンピュータ52と可動ステージ本体2側のCPU110とがソフトウェア上で協調して実行することも可能であり、有線か無線のどちらの通信方式を選択するかは露光装置の構成に応じて任意に設定できる。

【0062】さて図4のプログラムは、ここでは説明上ミニコンピュータ52とステージ本体2側のCPU11

0とが協調して実行するものとし、そのプログラムが開始されると、ミニコンピュータ52はステップ55Aの充電管理ルーチンを実行する。このルーチンにおいてミニコンピュータ52は、ステージ本体2のCPU110からバッテリーの充電状態に関する情報をRFC106を介して無線方式で読み込み、その情報に基づいてバッテリー100の緊急充電の要、不要を判定するとともに、送電端子部9bに出力すべき充電電圧の発生パラメータ（波形、電圧、周波数、デューティ、充電時間等）を決定する。

【0063】そして、ステップ55Bにおいて緊急充電が必要であると判断されると、ミニコンピュータ52はステップ55Cにおいて露光装置内の全体に対して露光動作の中断を宣言する。これに回答して制御ユニット51内の複数のユニットコンピュータによる各ユニットの関連動作が一時的に中断される。ただし、ミニコンピュータ52はウェハステージ制御ユニットに対しては、次のステップ55Dにおいてステージ本体2を図3に示すようなスタンバイ位置に移動させるためのコマンドを送出する。

【0064】そのコマンドに回答してユニット側のコンピュータは、そのコマンドを実行させるのに必要な各種のサブコマンドとパラメータ群とを無線方式でステージ本体2側のCPU110に送出する。これによってステージ本体2は図3のようなスタンバイ位置に移動し、送電端子部9bと受電端子部9aとが接続され、それを認識した充電/通信カブラ回路102は制御ユニット側との有線方式による通信を再開する。

【0065】次にCPU110は、ステップ55Eにおいて、ベース定盤3に設けられて制御ユニット側でコントロールされる充電器（図1又は3中の台座9内に設置）に対して、先のステップ55Aで決定された充電用の各種パラメータに従った充電動作を開始すべく無線方式又は有線方式で指令を送る。これによって充電用の出力電流が図2中の送電端子部9b、受電端子部9a、充電/通信カブラ回路102を介してバッテリー100に印加され、パラメータに従ったモードで充電が行われる。

【0066】このとき、少なくとも図2中の高電圧制御回路112は、ホルダー10上の露光処理中のウェハに対する吸着力が電極10aの残留帯電荷によって持続され得る場合は、バッテリー100からの給電を受けないように遮断してもよい。そして次のステップ55Fでは、緊急充電の動作が正常に完了したか否かが判断され、もし充電動作が設定されたパラメータ通りに実行されなかった場合はエラー終了となる。このエラー終了は、例えばCPU110や制御ユニット側のコンピュータによって決定され、ミニコンピュータ52に有線方式や無線方式で送出され、ミニコンピュータ52は充電作業に異常が生じたことをオペレータに知らせる警報を発

生する。

【0067】またステップ55Fで充電作業が正常に終了したと判定されると、次のステップ55Gにおいて、露光動作の再開処理が実行される。この再開処理はCPU110や制御ユニット側のコンピュータによって判断され、再開可能であることがミニコンピュータ52に有線方式や無線方式で通報される。従ってその通報を受けたミニコンピュータ52は、露光装置内の各制御ユニットに対して露光動作中断状態から続きの動作を開始させるようなコマンドを送出する。

【0068】一方、先のステップ55Bにおいて緊急充電が不要であると判定された場合は、ステップ57Aにてミニコンピュータ52はウェハ交換の実行タイミングか否かを判断し、もしウェハ交換のタイミングではないと判定すると、図4のプログラムを正常終了する。またここで、ウェハ交換のタイミングであると判定されると、ミニコンピュータ52は次のステップ57B、57Cを実行する。そのステップ57B、57Cは実質的に先のステップ55D、55Eと同じである。

【0069】こうしてステージ本体2がスタンバイ位置に停止し、バッテリー100の充電が開始されると、ミニコンピュータ52からのウェハ交換のコマンドを受けたCPU110は、高電圧制御回路112に対してホルダー10上の露光済みウェハの静電吸着を解除するような動作を指示する。この吸着解除は、ウェハ内やホルダー10の電極10aに蓄積する残留帯電荷を速やかに放電させるものであり、高電圧制御回路112は、電極10aとの接続を切り離して電極10aをアースに接続するようなスイッチング動作、或は帯電荷を瞬時に中和するために電極10aに逆バイアス電圧を印加する動作を

【0070】次のステップ57Eにおいて、ミニコンピュータ52はウェハ搬送ロボット40のアーム42がホルダー10上の露光済みウェハを取り外し、未露光のウェハをホルダー10上に搬送して載置するようなコマンドをウェハ搬送制御ユニットに指令する。これによって露光済みウェハがホルダー10からアンローディングされ、代わりに未露光ウェハがホルダー10上にローディングされる。

【0071】未露光ウェハのローディング完了はラック50内の制御ユニット側で認識され、その情報を有線方式（充電／通信カブラ回路102経由）又は無線方式（RFC106、デジタルコンバータ108経由）で受けたCPU110は、次のステップ57Fにおいて、未露光ウェハをホルダー10へ静電吸着するための指令を高電圧制御回路112に出力する。そしてCPU110による吸着確認の後、CPU110はステップ57Gにおいて一連のウェハ交換動作が完了したことを表わす情報を有線方式又は無線方式でミニコンピュータ52に報告する。

【0072】その後は、先のステップ55F、55Gと同様に充電動作が正常に行われたかが判断され、露光動作の再開（ここでは新たなウェハに対する露光動作の開始）がミニコンピュータ52に通報される。以上のように、本実施例ではウェハ等の被露光基板、又は被処理基板の交換作業の際にバッテリー100に対する充電が行われるので、緊急に充電が行なわれる場合以外は、スルーボットの低下を抑えることができる。またバッテリー100によって、可動ステージ本体2に搭載される電気的駆動系（図2中のXM1～XM3、ZM1～ZM3等）は駆動せず、専ら静電チャックのみを駆動する場合は、バッテリー100、充電／通信カブラ回路102、高電圧制御回路112のみを可動ステージ本体2に搭載すればよく、軽量化が図られる。

【0073】さらにその場合、バッテリー100は高電圧制御回路112に対してのみ給電すればよいので、1枚の被露光基板または被処理基板が露光作業や加工作業のためにホルダー10上に吸着され続ける平均時間によっては、バッテリー100を大容量の電解コンデンサにすることもできる。また本実施例のように、自立電源としてのバッテリー（或はコンデンサ）を可動ステージ本体に搭載することによって、可動ステージ本体の各部の温度変化をモニターする温度センサー、投影光学系PLを通して照射される光（露光用照明光やレチクル上のパターンの像光線）の強度を可動ステージ本体上で光電検出する光センサー、図3中のマウント部32に設けられた防振用アクチュエータの制御のために可動ステージ本体に取り付けられる加速度センサー、或は被露光基板の周辺の酸素濃度、オゾン濃度、不活性気体の状態等をモニターするためにステージ本体に取り付けられるガスセンサー等からの各種検出信号を増幅したり、所定の信号処理を加えたりすることが可能となる。

【0074】さらにそれらのセンサーから得られる各種の情報を収集して、蓄積する記憶媒体とCPU110等をステージ本体に搭載すれば、ステージ本体側で生じる各種の状況を自己分析して、それを改善するための操作をミニコンピュータ52等に要求する自己診断システムを組み込むこともできる。尚、図1、図2に示したステージ装置は、特に真空吸着用のフレキシブルチューブを廃止することを目的として、被露光基板の吸着を静電方式にしたものである。そのため図1、2のステージ装置は、図3のように大気中で被露光基板を露光する装置以外に、真空中で露光を行う荷電粒子線（電子線）露光装置や不活性気体（窒素ガスやヘリウムガス等）の雰囲気中で被露光基板を波長200nm以下の紫外線や軟X線（波長1Å～300Å程度）で露光する装置（SOR露光装置）等に利用して効果的である。次に、本発明の第2の実施例によるステージ装置の構成を図5、図6を参照して説明する。図5のステージ装置は、先の図3に示した投影露光装置に搭載されることを想定した構造とな

っており、図3及び図1中に示した装置構成と同一に機能する構造部分には同じ符号又は記号を附してある。

【0075】ただし図5のステージ装置は、図1の装置のようにガイドレス構造ではなく、H型に配置された3つの直線駆動モータ（リニアモータ）と、装置定盤に固定された直線固定ガイド部材と、この固定ガイド部材と直交する方向に延びて固定ガイド部材に沿って移動可能な可動ガイド部材と、この可動ガイド部材に案内されて装置定盤を移動する可動ステージ本体とを有し、各ガイド面がいずれも静圧気体軸受によって非接触支持されるエアベアリングガイド方式として構成される。

【0076】このような構造のステージ装置の一例は、特開昭59-101835号公報、特開昭61-209831号公報、或いは特開平1-188241号公報等に開示されており、必要であればそれらの各特許公報に開示された技術内容をそのまま、又は若干変更して利用することができる。そして図5のステージ装置では、特にステージ可動部に搭載されて真空吸着部やエアシリンダのように所定の減圧状態や加圧状態が維持され得る閉空間部（減圧路や加圧路）に装置固定部から接続される配管チューブを皆無にする、もしくはその本数を低減することを特徴としている。

【0077】さて、図5において、露光装置本体（ステージ装置本体）は半導体回路素子の製造現場である工場の床FDに4つのマウント台32を介して支持される。マウント台32の上にはベース定盤3となる装置コラム30が取り付けられ、その定盤3の上には可動ステージ本体2の一部を構成する下側ステージ部2bがエアベアリングを形成する複数の静圧気体パッド62を介して2次元移動可能に支持されている。この下側ステージ部2bの内側中央部には、図5の紙面内の左右方向であるX方向に移動する可動ガイド部材60が配置される。

【0078】この可動ガイド部材60は、図5の紙面と垂直な方向（Y方向）に延びたガイド面を有し、静圧気体パッド61を介してベース定盤3上に支持されている。そして可動ガイド部材60のガイド面は、下側ステージ2bの内側に設けられた複数の静圧気体パッドによってY方向に挟み込まれるように構成される。さらに可動ガイド部材60には、下側ステージ部2bに固定されたコイルユニット63と磁氣的に結合する磁石トラックがX方向に設けられている。従って下側ステージ部2bと可動ガイド部材60の間には、下側ステージ部2bを可動ガイド部材60のガイド面に沿ってY方向に移動させるリニアモータが形成される。

【0079】一方、可動ガイド部材60は、ベース定盤3上に固定された固定ガイド部材65のX方向に延びたガイド面にエアベアリングを介して拘束され、固定ガイド部材65と平行にベース定盤3上に取り付けられたリニアモータ66によってX方向の推力を与えられる。このため、リニアモータ66が駆動されると、可動ガイド

部材60と共に下側ステージ部2bも一体となってX方向に移動する。

【0080】さて、下側ステージ部2bの上には、3つのモータZM1～ZM3（図5では代表してZM1のみを示す）を含むZ/L駆動機構を介して上側ステージ部2aが取り付けられ、その上にはウェハWを真空吸着するホルダー10が設けられている。そのホルダー10の載置表面には微小な突出部（高さ1ミリ程度）の複数個が輪帯状、ドット状、或いは線状に形成され、ウェハWの裏面がそれらの突出部の先端面に密接すると、ウェハWとホルダー10の載置面との間には突出部の高さに相当する薄い減圧層（真空吸着用の閉空間部）が形成されてウェハWが真空吸着される。

【0081】このような真空吸着用のホルダー10の一例は、特開平1-319965号公報等に詳細に開示されているので、必要に応じてその特許公報に開示の技術をそのまま、或いは若干変更して本実施例のホルダー10に適用することができる。また、ウェハWをZ方向と傾斜方向（X軸回りの傾斜とY軸回りの傾斜）との3自由度で微動させるZ/L駆動機構とその動作については、例えば特開昭55-134812号公報、米国特許第4,084,903号、特開昭58-103136号公報、特開昭62-274201号公報、特開平7-201699号公報等に詳細に開示されている。

【0082】これらの公報に開示されたZ/L駆動機構は複数個の小型回転モータやピエゾ伸縮素子で駆動されるが、ボイスコイル型モータやEコア電磁石のように電磁力による反発力や吸引力を直接微動の推力にする直動型モータで駆動してもよい。いずれにしろ、本願においても上記の各特許公報に開示されたZ/L駆動機構をそのまま、或は部分的に変更して利用可能である。

【0083】ところで上側ステージ部2aの周辺部には、図1で示した構造と同様の移動鏡5Xが固定されている。この移動鏡5Xは、上側ステージ部2aのX方向の座標位置をレーザ干渉計6Xとレーバ7Xによって計測するために設けられたものであり、図5では省略してあるがY方向の座標位置を計測するための移動鏡5Yも同様に設けられている。ただし本実施例では、上側ステージ部2aの全体がZ/L微動機構によって傾斜するため、レーザ干渉計6Xは移動鏡5Xの反射面上のZ方向に異なる2ヶ所の各々に測長用のビームLBmを投射するように構成され、レーバ7Xは移動鏡5Xの反射面のX-Z平面に対する傾き変化量（ピッチング）を計測して、Z/L微動機構の駆動によるウェハWの横ずれ量を計測するように構成される。従って、本実施例における干渉計システム6X、7X（6Y、7Y）は、上側ステージ部2aのX方向、Y方向の座標位置、ヨーイング（θ方向の微小回転）、ピッチング（XY平面に対する微小傾斜）を計測することができる。

【0084】さらに本実施例のレーザ干渉計システム

は、投影光学系PLの鏡筒下部に取り付けた固定鏡MLxに基準ビームLBrを投射し、その反射ビームと測長ビームLBmの移動鏡5Xからの反射ビームとの干渉によって測長を行う。投影光学系PLの鏡筒は、その光軸AXがXY平面（ベース定盤3の規定平面）と垂直になるようにフランジ部FLgによって装置コラムに固定されている。

【0085】そして本実施例においては、ウェハWをホルダー10に真空吸着するための減圧気体（300～380mmHg程度の真空圧）の供給を、下側ステージ部2aの周辺端に固定された受端口70を通して行う。この受端口70は、可動ステージ本体2（2a、2b）がウェハ交換のためのローディング位置に移動させたとき、ベース定盤3又は装置コラム30側に固定された送端口84と係合するように配置されている。その受端口70から取り入れた減圧気体は、電気信号に応答して受端口70の大気への開放と遮断とを切り換える電磁弁ユニット71と、チューブ73とを介して上側ステージ部2aに送られ、その後上側ステージ部2aの内部を通してホルダー10の載置面に供給される。

【0086】さらに、電磁弁ユニット31を通る減圧気体の流路の一部には、ウェハWの吸着動作中はチューブ73と連通するリザーブタンク72が設けられる。このリザーブタンク72は、ホルダー10の載置面に形成される減圧層からチューブ73までの全減圧容積が極めて小さく、その容積だけではウェハWの長時間に渡る吸着動作が維持できないことを解決するために設けられている。その最大の原因は、ウェハ裏面のミクロンオーダーの不整により極く僅かなリークが起るからである。

【0087】そのリークの時間当たりの流量は、ウェハ裏面の不整の程度によって大きく変化するが、一般に熱処理を経たウェハほどリーク流量が多くなる傾向にある。通常、この種の露光装置の場合、ウェハWはレチクルの投影像に対して解像線幅の1/5程度（例えば±0.04μm）以下の精度でアライメントされた状態で露光される。そのアライメント精度は1枚のウェハの露光処理の間は維持されていなければならない。従って、ウェハWのアライメント動作（ウェハマークの位置検出動作）の開始からウェハ上の複数のショット領域の露光完了までの間、ホルダー10上のウェハWはそのアライメント精度を劣化させる程に微動しないように、その吸着力が規定されている。

【0088】その吸着力は、ホルダー10の載置面に形成される複数の突出部の平面的な配置、その突出部のウェハ裏面との接触面積の割合等によっても変わるが、何よりも真空圧の変化が支配的である。そこで本実施例では、図5のようにリザーブタンク72を設けることにより、僅かなリークが生じてウェハWの吸着力を長時間（少なくとも露光処理のためにウェハがホルダー10に載置されている間）に渡って所定の範囲内に維持される

ようにした。

【0089】そのリザーブタンク72は、図5では下側ステージ部2bの一部に外付けされているが、下側ステージ部2b内に内蔵させてもよい。また電磁弁ユニット71には、リザーブタンク72内又はチューブ73内の圧力を検知する圧力センサ（バキュームセンサ）が設けられ、その検知情報は図3に示した制御ラック50内の制御ユニット51中のステージ制御用ボードに送られる。

【0090】さらに電磁弁ユニット71内には、チューブ73を通してホルダー10の載置面に供給される減圧気体の流量を調整するためのスビコン（可変絞りが設けられている。このスビコンは、ウェハWがホルダー10上に安定に、且つ位置ずれなく確実に吸着されるように、吸着開始時に真空圧供給路を通る減圧気体の流量を制限するものである。

【0091】また、受端口70と係合する送端口84は、固定部材83によって装置コラム30又はベース定盤3の一部に取り付けられ、チューブ82を介して気体供給ユニット81に接続される。この供給ユニット81には工場内の真空元圧源や圧搾ドライエア源からのチューブ80が接続されている。そして気体供給ユニット81内にもチューブ82を通して送端口84に減圧気体（真空圧）を送り出したり、遮断したりするための電磁弁が設けられている。次に図6を参照して、図5に示した装置構成のうち、ホルダー10、上側ステージ部2a、ウェハ吸着用の補助減圧機構（70～73）、及び気体供給ユニット81の各構成部分について詳細に説明する。

【0092】図6は、その構成を模式的に示した配管ブロック図であり、図5中の構成部材と同一のものには同じ符号をつけてある。まず、ホルダー10の表面には図6に示すように複数の微小突出部90が形成されている。その突出部90は、ここでは特開平1-319965号公報に開示されているように、複数の輪帯状の突出部として狭い間隔部分（凹部）91と広い間隔部分（凹部）92とが径方向に交互に形成されるように配列されている。そしてその狭い間隔部分91によって規定される環状の細い溝は真空吸着用の減圧部として構成され、広い間隔部分92によって規定される環状凹部は外気に開放されて吸着時には僅かに負圧となる領域として構成される。

【0093】さて、このような構造のホルダー10は上側ステージ部2a上に取り付けられるが、このときホルダー10上の吸着用の環状溝91の各々は、ホルダー10内に形成された減圧路93、ゴムや樹脂性のオリングOSを介して図5中にも示したチューブ73に接続される。従って、チューブ73を介して減圧気体（真空圧）を供給すると、ホルダー10上の各環状溝91内が減圧されて、ウェハWの裏面が環状の突出部90の各表

面に密着して吸着固定される。このときウェハWは各突出部90の表面によって規定される面精度（例えば±1μm程度未満）に倣って平坦化矯正される。

【0094】チューブ73は、下側ステージ部2bに固定された電磁弁ユニット71に接続されるが、その電磁弁ユニット71内には、受端口70からの減圧気体を導くパイプ70a、このパイプ70aの大気への開放と遮断とを切り替える電磁弁71aと弁駆動部71b、この電磁弁71aからの減圧気体の流量を調整するスピコン（絞り）71cとその調整ツマミ71d、及びホルダー10の環状溝91からチューブ73の間の減圧路の負圧を検知してウェハの吸着力をモニターするための圧力センサ71eが設けられている。そして、電磁弁71aとスピコン71cとの間の減圧路には、リザーブタンク72と連通するパイプ71fが接続されている。

【0095】図6の場合、可動ステージ本体2（2a、2b）はスタンバイ位置に停止しているときの状態を示し、受端口70は、ベース定盤3（又は装置コラム30）側に固定部材83を介して支持された送端口84と係合している。ここで、受端口70を直径数ミリ程度の金属パイプで構成した場合、送端口84はその金属パイプが密着して貫通するような円形開口部を備えたドーナツ状に形成された弾性体で構成される。

【0096】送端口84の円形開口部は、図6に断面として示すように外側の径が大きく内側になるほど径が小さくなる円錐状に成形されている。このため受端口70の金属パイプは、可動ステージ本体2をY方向に所定の推力で微動させることによって送端口84の開口部内に確実に貫入する。尚、受端口70の金属パイプと送端口84の開口部との各々には、結合時のリークを防止するために高い粘性のオイル（グリース）を薄く塗布しておいてもよい。

【0097】さて、送端口84と固定部材83の間には比較的弾性力の大きいベローズ85が設けられ、送端口84はそのベローズ85によって、受端口70の金属パイプと送端口84との係合時に生じる相対位置ずれを吸収するように僅かな範囲で首振り可能となっている。一方、ベース定盤3（又は装置コラム30）側に固定された気体供給ユニット81内には、チューブ82を介して送端口84へ送り出す減圧気体（真空圧）の通過と遮断とを切り替える電磁弁81aとその駆動部81bとが設けられ、電磁弁81aはチューブ80を介して工場内の真空元圧源に接続される。

【0098】以上の構成において、電磁弁81aの駆動部81bと電磁弁71aの駆動部71bには、それぞれ図3に示した制御ラック50内の制御ユニット51のうちウェハ搬送ユニットを制御するボード51aから信号SV1、SV2が送られ、各電磁弁71a、81aはその信号SV1、SV2に応じて減圧路の開放、遮断とを切り替える。さらに、圧力センサ71eは検知した圧

力（負圧）に応じた信号Spを制御ボード51aに送り、その制御ボード51a内のコンピュータは信号Spに基づいてウェハ吸着状態を監視するプログラムに従って所定の警告情報を生成する。

【0099】その警告情報は、第1にはウェハ吸着が全く不能に陥った場合に安全のために露光装置の動作を緊急停止する目的で使われ、第2にはウェハ吸着力の変化を経時的に監視して、吸着不良が発生する直前に再度吸着動作を実行するか、エラーとして露光動作を中断するかを判定する目的で使われる。そのような警告情報を作る吸着監視プログラムについては後で詳述する。

【0100】さらに制御ボード51a内のコンピュータは、GP-1B、光ファイバー、RS232C等のパラレルバスやシリアルバスを介して上位のミニコン52と下位の搬送ロボット40とに接続されている。ミニコン52は、それらのバスを通してSECSの通信規約に準拠した形態で「ウェハ搬送」、「ウェハ交換」、「待機」、「初期化」等のグローバルコマンドを制御ボード51aに出力する。制御ボード51a内のコンピュータは、それらのグローバルコマンドを受けて、搬送ロボット40等の搬送機構上の各部の具体的な動作を制御する複数のサブコマンドやパラメータで構成される複数組のプログラムを実行する。次に、図7～9、図11の各フローチャートを参照して図5、図6の装置構成におけるウェハ交換、ウェハ吸着の動作を含む主要な動作を説明する。図7～9、11の各フローチャートは、主にウェハ搬送ユニットの制御ボード51a内のコンピュータに記憶されたプログラムによるウェハ搬送、ウェハ交換の主要な動作を示したものである。尚ここでは、1枚のウェハWが機械的にブリアライメントされた状態で、図3のように搬送アーム42上に載置（真空吸着）されているものとする。

【0101】さて図7のプログラムAは、ミニコン52から「ウェハ交換」のグローバルコマンドが送られたときに実行され、そこではホルダー10上に処理済ウェハが無い場合に新たなウェハ（未処理ウェハ）をホルダー10上に吸着するまでの主な動作が示されている。

（ステップ200）ここでは、ウェハ搬送ユニットが物理的、時間的にウェハ交換可能な状態にあるか否かが判定される。ここでウェハ交換可能な状態とは、交換用（ローディング用）のウェハが正常にブリアライメントされて準備できていること、可動ステージ本体2が露光動作のためにシェアされていないことの2点が共に成立している状態である。従ってここでウェハ交換が不能と判断されると、プログラムAによるウェハ交換動作は見送られて、プログラムB（図8）によるシステム・エラーの処理ルーチンが実行される。そしてここでウェハ交換可能と判断されると、次のステップ202に進む。

【0102】（ステップ202）ここでは、図6中の電磁弁ユニット71に設けられた圧力センサ71eからの

信号Spの値を読み込み、その値が大気圧に応じた値か否かが判定される。この判定は、可動ステージ本体2のホルダー10上にウェハが吸着されているか否かを調べるために実行される。そして、ホルダー10上にウェハがあるときはプログラムAの以降の動作が見送られてプログラムC(図9)によるウェハ交換ルーチンが実行され、ホルダー10上にウェハが無いときは次のステップ204が実行される。

【0103】(ステップ204)ここでは、ウェハ搬送ロボット40の搬送アーム42上の未処理ウェハをローディング位置に移動させるようなアーム移動指令(A1)を出力する。これによって、未処理ウェハはホルダー10の表面よりも高いZ位置を保ったまま、XY平面内のローディング位置に向けて移動する。

【0104】(ステップ206)ここでは、先のステップ204とほぼ同時に、可動ステージ本体2をローディング位置に向けて移動させるためのステージ移動指令(S1)を出力する。この移動指令(S1)にตอบสนองした可動ステージ2は、図5、6中の受端口70のパイプが送端口84の真正面に数ミリ程度の間隔で対向するような位置まで高速に移動してきて停止する。尚、その停止位置は、本実施例の場合は露光処理済みのウェハをホルダー10から取り外すためのアンローディング位置となっている。

【0105】(ステップ208)ここでは、先のステップ206と並行して、図6中に示したパイプ80に供給される真空源の元圧を確認する。その元圧は、図6中に図示されていない圧力ゲージの検出値を読み取ることで確認できる。この確認は必ずしも必要ではないが、正常でない元圧のもとでウェハをホルダー10上に載置してしまう不都合を事前に避けることができる。ここでもし真空源の元圧が所定の圧力範囲にない場合は、ウェハ吸着動作だけでなく露光装置の稼働自体に重大な支障が生じているか、これから生じることを意味するので、装置の稼働環境に異常があることを報告するためのプログラムD(図8)が実行される。この場合、可動ステージ本体2はローディング位置の近傍(本実施例ではアンローディング位置)で受端口70と送端口84とが僅かに離れた位置に停止し、オペレータによるアシストの待ち状態になる。

【0106】(ステップ210)ステップ208で真空源の元圧が正常と判定されると、制御ボード51aは電磁弁71aを開放するような信号SV2を駆動部71bに出力する。これにตอบสนองして電磁弁71aは図6に示するような開放状態に切り替わる。

(ステップ212)ここでは先のステップ212と同時に、可動ステージ本体2を精密にローディング位置に位置付けるための微動指令(S2)を出力する。この指令(S2)にตอบสนองして、可動ステージ本体2は受端口70の金属パイプが送端口84の開口部に直進して係合する

ように微動される。そして図6のように受端口70の金属パイプが送端口84の開口部と緊密に結合されると、図5に示したリニアモータ63、66は可動ステージ本体2をその位置に停止するように干渉計6X、6Yの位置情報に基づいてサーボ制御される。

【0107】(ステップ214)ここでは、先のステップ212と同時に、搬送ロボット40の搬送アーム42を降下させて未処理ウェハをホルダー10上に受け渡すための指令(A2)が出力される。これによって未処理ウェハはホルダー10の載置面上に図6のように載置され、搬送アーム42はホルダー10上の空間から退避する。

【0108】(ステップ216)ここでは、先のステップ214と並行して電磁弁81aを開放するための信号SV1を駆動部81bに出力する。通常、ステップ214の動作は1~2秒程度で終了するが、その間に電磁弁81aが開放されて、真空元圧源からホルダー10の吸着溝91までの減圧路とリザーブタンク72とに真空圧が供給される。このとき、リザーブタンク72への真空流路中にはスピコンがないので、リザーブタンク72内は直ちに真空元圧源と同程度まで減圧される。

【0109】一方、ホルダー10の吸着溝91への真空流路中にはスピコン71cが設けられているので、ウェハの裏面がホルダー10の突出部90と接触して受端口70から溝91までの流路が閉空間になったとしても、吸着溝91が真空元圧源と同程度に減圧されるまでには若干の時間遅れ(1秒以内)が生じる。そこで次のステップ218において、その時間遅れを見込んだタイマー待ちが実行されるが、そのステップ218は必ずしも必要ではない。

【0110】(ステップ220)ここでは、圧力センサ71eからの信号Spを読み込んで、その値が真空吸着時にあるべき圧力範囲内か否かが判定される。一例として、真空元圧源の圧力が350mmHg程度に設定されている場合、検出された圧力が元圧に対して例えば十数%以内(350~390mmHg程度の範囲)であれば所定の吸着力が確保できたと判定して次のステップ222に進む。

【0111】しかし、検出した信号Spが吸着を表す圧力範囲から外れている場合は、閉空間となっているはずの真空減圧路に大きなリークが生じていることになる。その最大の原因は、ウェハとホルダー10との間での微粒子(ゴミ)の挟み込みやウェハ自体の変形によって、ホルダー10上の一部の突出部90とウェハ裏面との間に数μm以上の隙間が生じることである。この場合は、そのウェハが吸着不良であると判定されて、プログラムAの以降の動作はキャンセルされて搬送動作からやり直したり、オペレータによるアシストを要求したりするリトライ用のプログラムEが実行される。

【0112】その搬送リトライのプログラムEは、基本

的にはホルダー10上の未吸着のウェハをアーム42によってブリアライメント機構までアンローディングし、ブリアライメント動作から再実行する操作であるが、本実施例とは直接関係しないので、ここでは詳細な説明を省略する。

(ステップ222)ここでは、2つの電磁弁71a、81aを共に閉成するための信号SV1、SV2を夫々駆動部71b、81bに出力する。これによって可動ステージ本体2側の真空吸着路は外気から遮断された状態に切り換えられ、ウェハは専らリザーブタンク72内の真空圧によって自立的な吸着状態に維持される。しかしながら、一般にウェハ裏面とホルダー10の突出部90の接触面との間には、それらの面の顕微鏡的な表面粗さのために1μm以下の隙間が部分的に生じ得る。このため、ゆっくりではあるがリークが進み、真空圧が落ちてくることになる。そこで本実施例では、リザーブタンク72によるウェハ吸着力の持続能力を監視するプログラム(図12)が起動可能となっている。

【0113】(ステップ224)ここでは、そのような吸着監視のプログラムを起動(on)するか否かが判定され、起動させないときはプログラムAによる一連のウェハ交換、吸着動作が完了し、吸着監視を行うときは次のステップ226に進む。ここでの判定は実際は吸着監視の設定忘れをチェックするためのものであり、装置メンテナンス等の特別な状況のもとで解除されていない限り、通常は吸着監視のプログラムが自動的に起動されることになっている。従って、ここで吸着監視のプログラムが起動状態になっていないと判定されると、そのことがバスラインを介してミニコン52に報告され、その旨の警報や表示がオペレータに通報される。尚、その露光装置が通常の量産用露光モードに設定されている場合は、無条件に吸着監視プログラムが起動されるようにしていてもよい。

【0114】(ステップ226)ここでは、吸着監視のプログラムの起動にあたって、リザーブタンク72による自立吸着が開始された直後の圧力センサ71eからの信号Spを読み込んで記憶するとともに、真空圧のリーク時間(吸着力の持続時間)等をモニターするための計時タイマーを起動させておく。その吸着監視プログラム(図12)は、リザーブタンク72によるウェハの自立吸着の開始時に起動され、ホルダー10上のウェハが取り外されるまで継続される。監視プログラムは、一定時間毎、又は可動ステージ本体2の駆動に関する何らかのサブコマンドが与えられる度に信号Spの値と計時タイマーのカウント時間とを読み込み、ホルダー10の吸着力の変化を予測演算し、その結果に基づいて種々の警報情報を作成する。

【0115】以上のステップ226によって、プログラムAによるウェハ搬送、吸着の動作が完了する。このことは、1つのグローバルコマンドが正常終了したものと

してミニコン52に報告される。その後可動ステージ本体2は、ウェハ上のマークを検出するウェハアライメント動作やウェハ上の各ショット領域に回路パターンを転写する露光動作等のためにミニコン52から与えられる各種のグローバルコマンドにตอบสนองして、図3のように投影光学系PLの下で2次元移動する。次に図8を参照して、プログラムA中のステップ200、208で分岐するプログラムBとプログラムDについて簡単に説明する。プログラムBは図8中のステップ230~240で構成され、プログラムDはステップ242、244、240で構成される。

【0116】プログラムBのステップ230では、ミニコン52からのグローバルコマンドの受け付け時にウェハ交換不能になっている原因を知るために、ウェハ搬送ユニット内の各部の動作ステータスを読み取って解析し、その状況をまとめてミニコン52に報告する。そのステータスの解析結果から、ステップ232ではウェハ交換不能の原因がウェハ搬送ユニット(ロボット40)側にあるのか、可動ステージ本体2側にあるのかが判断される。

【0117】その結果、ステージ本体2側の問題でウェハ交換不能である場合は、ステージ本体2が別のグローバルコマンド(例えば露光コマンド)にตอบสนองして動作中であるものと判定し、ステップ234において、ウェハ交換のグローバルコマンドにตอบสนองしない旨の報告(コマンドの無視)をミニコン52に報告してからプログラムB(及びプログラムA)を不実行終了する。

【0118】一方、ステップ232でウェハ交換不能の原因がウェハ搬送ユニット側にあると判定されると、ステップ236では、解析したステータス情報に基づいてその原因がウェハ搬送ユニット内でのウェハ搬送の単純な遅れによるもの(正常準備中)なのか、エラーによるものなのか判断される。ここで正常準備中であると判定されると、装置としてはウェハが所定位置まで搬送されてくるのを待てばよいので、プログラムAの最初のステップ200からの動作が再実行される。

【0119】またステップ236において、ウェハ搬送ユニット内でエラーが生じていると判定されると、ステップ238ではそのエラーが回復可能なものか否かが判断され、回復可能なエラーの場合はウェハ搬送ユニット内での自動復帰動作を待つために、プログラムAの最初のステップ200からの動作が再実行される。そして、ステップ238において回復不能なエラーであると判定されると、ステップ240に進み、解析されたステータスに応じたエラー内容がミニコン52に報告される。

【0120】これにตอบสนองして図3中のディスプレイ54にはエラー発生が表示され、ウェハ搬送ユニットの動作が停止されてオペレータへのアシスト要求(警報)が出力される。そして、ウェハ交換のグローバルコマンドに対してエラー終了した旨の報告をミニコン52に送信し

てプログラムB（及びプログラムA）をエラー終了する。

【0121】一方、プログラムDのステップ242では、真空元圧源の異常により真空吸着が不能状態になっている場合を考慮して、ウェハ搬送ユニット内の動作ステータスを解析し、その状況に応じた警告情報を作成する。そして次のステップ244では、ウェハ搬送ユニット内の各可動部を緊急停止させてウェハや装置の安全を確保する。その後、先に説明したステップ240が実行され、解析されたステータスに応じたエラー内容がミニコン52に報告される。これに回答して図3中のディスプレイ54にエラー発生が表示され、オペレータのアシスト要求（警報）が出力される。そしてウェハ交換のグローバルコマンドをエラー終了する旨がミニコン52に送られてプログラムB（及びプログラムA）をエラー終了する。次に、図9を参照してプログラムCによるウェハ交換動作を説明するが、ここでは、可動ステージ本体2のホルダー10上に載置された露光済ウェハと、搬送ロボット40のアーム42上の未処理ウェハとを交換する作業が行われる。そのために、図3では示していなかったが、搬送ロボット40はアーム42の他に、ウェハ交換時にウェハを一時的に保持するウェイトアーム41を備えている。そのウェイトアーム41とアーム42とは図10に示すように構成される。そこで図9のウェハ交換動作を説明する前に図10を参照して搬送ロボット40の構成と動作を簡単に説明しておく。

【0122】図10は、搬送ロボット40をXY平面内で見たものであり、アーム42は多関節方式の3つのアーム42a、42b、42cで構成される。そしてウェハを吸着する先端のアーム42aは、アーム42cを駆動部40aで回転させることによってY方向に直線移動するように構成される。さらに本実施例では、駆動部40aがロボット40本体に対してZ方向（同図の紙面と垂直方向）に上下動可能に構成され、アーム42aに吸着されたウェハをZ方向に移動させることができるものとする。

【0123】またロボット40の本体には、Z方向に上下動可能なウェイトアーム41が設けられている。このウェイトアーム41は、アーム42aによるウェハのY方向の搬送路の一部に配置され、搬送途中のウェハを真空吸着により一時的に保持することができる。そのウェイトアーム41は、ウェハ搬送用のアーム42aよりも高いZ位置から低いZ位置までの間で上下動する。

【0124】さて以上のような構成において、本実施例では、アーム42a上にブリアライメントされて吸着された未露光のウェハW'を可動ステージ本体2のホルダー10へローディングする場合、アーム42aはウェハW'の中心がローディング位置ULPにくるまでY方向に移動される。また露光済みのウェハW''をホルダー10から取り外す場合、可動ステージ本体2はウェハW''

の中心がアンローディング位置ULPにくるように位置決めされる。

【0125】このようにローディング位置LDPとアンローディング位置ULPとをY方向にずらすのは、図6の構成から明らかなようにアンロード時にホルダー10からウェハWを持ち上げる際、ホルダー10の吸着溝91から受端口70までの減圧路を大気開放させておくためである。一方、空のウェイトアーム41は、搬送アーム42aのY方向の運動によるウェハW'又はW''の移動軌跡と干渉しないようなZ位置、ここではアーム42aよりも下のZ位置に退避する。そしてウェイトアーム41は、搬送中のウェハW'又はW''の中心がウェイトアーム41のY方向の中心41cとほぼ一致した位置に停止すると、上方に移動してアーム42aからウェハを受け取る。その後、ウェハW'又はW''を吸着したウェイトアーム41は、搬送アーム42aよりも高いZ位置まで退避する。

【0126】また、図10のような構成の搬送ロボット40の手前には、未処理ウェハW'のオリフラやノッチを一方に揃えるように位置合わせするためのブリアライメント機構43が配置され、未処理ウェハW'は初めにここで回転テーブル43a上に載置される。従って、複数枚のウェハを順次露光処理する場合、アーム42aはホルダー10上の露光済みウェハW''をウェイトアーム41上に受け渡し、その後アーム42aは回転テーブル43a上の未露光ウェハW'を保持してローディング位置LDPまで搬送する。それからアーム42aは、ウェイトアーム41上の露光済みウェハW''を所定のウェハ保管位置（ウェハカセット、インラインの搬送中継位置等）まで搬送し、ウェハ保管位置から新たな未露光ウェハW'を受け取って回転テーブル43aまで搬送する。以上の動作の繰り返しによって、半導体素子製造のための多数枚のウェハの露光処理が実行される。次に、図9を参照してプログラムCによるウェハ交換動作を説明する。

【0127】（ステップ250）ここでは、ウェハ搬送ユニットの制御ボード51a内に作られるステータス情報を読み込み、その情報を解析する。ステータス情報とは、ウェハ搬送中のウェハ位置や各駆動部の動作状態等の変化、エラー発生の有無をリアルタイムに表すものであり、32～255のビットパターン、或いは多数バイトのデータテーブルで構成される。従って、制御ボード51a内のCPUはこれらのビットパターンやデータテーブルの内容を読み込み、現時点でのウェハの搬送状況を解析して搬送動作上の問題点の有無をまとめる。

【0128】（ステップ252）ここではステータス解析の結果、可動ステージ本体2が露光処理等のために前のグローバルコマンドに回答した動作にシェアされているか否かが判断される。ここで、ステージ本体2が前のグローバルコマンドに回答した処理のために動作中であ

ると判定されると、ウェハ搬送ユニット側はそのステージ本体2の動作の終了を待てばよいので、図7に示したプログラムAのステップ200からの動作に戻り、ステージ本体2の動作が終了すると次のステップ254を実行する。

【0129】(ステップ254)ここでは、ホルダー10上の露光済みウェハの中心を図10中のアンローディング位置ULPに位置付けるようにステージ本体2を移動させる指令(S3)が出力される。このアンローディング位置ULPでは、図6に示した受端口70のパイプ10が送端口84の開口部の正面から数ミリ程度離れたところに位置する。そしてステージ本体2がアンローディング位置ULPに停止する前に、次のステップ256が実行されて、先のステップ250と同様にステータス情報の読み込みと解析とが実行される。

【0130】(ステップ258)ここでは、解析されたステータス情報に基づいて搬送アーム42(図10では42a)上に何らかのウェハが吸着されているか否かが判断される。ここでもしアーム42上にウェハがあると判定されると、それは未露光ウェハであるのでステップ260が実行される。

【0131】(ステップ260)先に図10で説明した通り、ここではアーム42(42a)上の未露光ウェハをウェイトアーム41上に受渡す動作が実行され、未露光ウェハはアーム42の上方空間に一時的に退避する。この動作はステップ256(ステータス情報の読み込みと解析)、ステップ258(判断)を繰り返し行いつつ実行される。そしてアーム42が空になったと判断されると次のステップ262が実行される。

【0132】(ステップ262)ここでは、アンローディング位置ULPに停止している露光済みのウェハを受け取るために、アーム42をアンローディング位置に対応したXY方向の位置まで移動するような指令(A3)が出力される。

(ステップ264)このステップでは、図6に示した電磁弁ユニット71内の圧力センサ71eからの信号Spが読み込まれ、その値が吸着状態を表しているか否かが判断される。これは、露光済みウェハをホルダー10から受取る際の安全を確認するためであり、その時点でホルダー10によるウェハ吸着が不良となっていると、露光済みウェハがホルダー10上で大きくずれていることが予想される。その場合、そのままアンローディングしてしまうと、そのウェハを搬送路近傍の装置部分に衝突させることになる。そこで、このステップにおいて信号Spが吸着状態を表していないと判定されると、プログラムD(エラー処理)の実行により緊急停止され、正常な吸着状態であると判定されれば次のステップ266が実行される。

【0133】(ステップ266)ここでは、図6中の駆動部71bに対して電磁弁71aを開放するための信号

SV2を出力する。ステージ本体2がアンローディング位置にある場合、受端口70のパイプは大気に開放された位置にあるので、電磁弁71aの開放によってホルダー10の吸着溝91から受端口70までの真空減圧路(閉空間部)とリザーブタンク72の内部空間とは大気に開放される。この際、ホルダー10の吸着力はスピコン71cの作用で若干の時間遅れを伴って開放されるので、次のステップ268ではその時間遅れを見込んだタイマー(1秒以下)が実行されて、所定の待ち時間が与えられる。

【0134】(ステップ270)タイマーによる待ち時間の経過後、再び信号Spの値が読み込まれ、その値がほぼ大気圧になっているか否か(実効的な吸着力が失われているか否か)が判断される。そして、ここで大気圧になっていない、或いはほぼ真空圧になっていると判定されると、エラーが生じたものと判断してプログラムD(エラー処理)が実行され、正常に大気開放されているときは次のステップ272が実行される。

【0135】(ステップ272)ここでは、アーム42(42a)がホルダー10上の露光済みウェハを受け取るための移動指令が搬送ロボット40に出力され、その後、アーム42がウェハカセット等の退出位置まで移動するための移動指令が出力される。これによってアーム42上の露光済みウェハが退出位置に受け渡され、アーム42が空になると次のステップが実行される。

【0136】(ステップ274)ここでは、アーム42がウェイトアーム41上に一時的に待機している未露光ウェハを受け取るような動作が実行される。このときアーム42aはウェイトアーム41の側方位置まで移動され、ウェイトアーム41が下方に移動することによって、未露光ウェハはアーム42aに受け渡される。

【0137】(ステップ276)ここでは、アーム42上に正しく未露光ウェハが受け渡されたか否かを判断するために、ステータス情報の読み込みと解析とが実行される。

(ステップ278)そして、解析したステータス情報に基づいて未露光ウェハが正しくアーム42a上に載置されたことが判断されると、露光済みウェハが正常にアンロードされたものとして、引き続き図7中のプログラムF(ステップ204からローディング処理)が実行されることになる。またここで、解析したステータス情報に不具合が生じアンロードが正常に行われなかったと判定された場合は、図8のプログラムDによるエラー処理が実行される。

【0138】以上の図7～9のフローチャートによって、露光処理のための複数枚のウェハの搬送、交換、吸着の各動作が継続的に実施され、半導体の製造現場において、露光装置は重大なエラーが生じない限りほぼ無人状態で24時間に渡って自動運転される。次に図11のフローチャートを参照して、吸着監視プログラムGの一

例を説明する。このプログラムGは、ウェハ搬送ユニットの制御ボード51a内のCPUによって割込み処理で実行されるが、そのプログラムG自体の機能をハードウェアに置き換えても同様に実施できることは言うまでもない。

【0139】先の図7のステップ226で説明したように、監視プログラムGはホルダー10上にウェハが吸着された直後の信号Spの記憶と計時タイマーのゼロリセット（ゼロからの計時開始）とによって開始される。また監視プログラムGはタイマーモードとトリガーモードのいずれかで実行されるかが予め設定されている。タイマーモードでは、計時タイマーのカウント時間が例えば0.2秒経過することによって割込み信号が発生してプログラムGが実行される。

【0140】その割込み信号の発生間隔（監視間隔）は、ホルダー10に吸着すべきウェハの裏面のフラットネスや微粒子の付着可能性に応じて、任意の長さに設定可能である。例えばウェハ上に第1層の回路パターンを転写する場合、そのウェハの裏面のフラットネスは極めて良好であるため、監視間隔は比較的に長い時間、例えば数秒程度に設定できる。これに対して熱プロセスを経たウェハは、フラットネスの悪化により真空吸着時のリークが大きくなるため、監視間隔は短く設定される。すなわち、露光処理すべきウェハが経てきたプロセスに応じて監視間隔を変更することで、最適な吸着監視が可能となる。

【0141】一方、トリガーモードでは、可動ステージ本体2の駆動モータ（図5中のリニアモータ63、66等）に対して駆動コマンドが与えられる毎、或はステージ本体2の移動が停止して駆動コマンドが終了する毎、即ちステージ本体2の移動時の加速直後毎や減速直後毎に、監視プログラムGを実行するための割込み信号が発生される。このトリガーモードは、ステージ本体2に生じる大きな加速度によってホルダー10上でウェハが微動して吸着のリーク状況が大きく変化し得る場合に有用である。

【0142】さて以上のような2つのモードのいずれかが設定されていると、いずれにしろ所定の時間毎に吸着監視の割込み信号が発生する。その割込み信号にตอบสนองして監視プログラムGは図11の各ステップを実行する。（ステップ300）ここでは、図6に示した圧力センサ71eからの信号Spと計時タイマーでカウントされる時間Tpとが読み込まれ、それらの値が監視履歴メモリ内に記憶、蓄積される。

【0143】（ステップ302）ここでは、読み込んだ信号Spの値が所定の許容値E2よりも大きいかなんかが判断される。その許容値E2は、ホルダー10のウェハ吸着力が著しく低下してステージ本体2の加減速時にウェハが位置ずれを起こすことがほぼ確実な値に設定されている。本実施例では、吸着監視の判断基準として許容

値E1の他に、装置規格上で公称の吸着力が得られる範囲の許容値E1も設定されている。

【0144】その様子を図12を参照して簡単に説明すると、真空元圧をE0（例えば350mmHg）とすると、公称の吸着力が確保される範囲は許容値E1（例えば400mmHg）であり、吸着力が実質的に失われる範囲は許容値E2（例えば600mmHg）である。従って、このような判断基準を使って信号Sp（減圧値）の時間的な変化を計測することで、吸着力が安全範囲を越えるまでに要する時間を容易に予測できる。

【0145】さてここで、信号Spが許容値E2よりも大きい値であると判定されると、ウェハ吸着に重大な危険性が生じたものとしてステップ304が実行され、許容値E2以内であればステップ306が実行される。

（ステップ304）ここでは、装置運転上で吸着不良が深刻になった旨をミニコン52に報告するためのレベル1の警報情報を発生するとともに、そのことをディスプレイ54やバトライトにて表示する。その後、図8に示したプログラムDが実行されて装置は緊急停止する。

【0146】（ステップ306）ここでは、監視履歴メモリ内に蓄積された信号Spと時間Tpの各値に基づいて、吸着圧の最新の変化率 ΔP_n （mmHg/sec.又はmmHg/min.）が算出され、その演算結果が記憶される。（ステップ308）ここでは、算出された吸着圧の変化率 ΔP_n に基づいて、吸着圧が許容値E1に達するまでの現時点からの予測時間Te1と、許容値E2に達するまでの現時点からの予測時間Te2とが計算され、その値が記憶される。

【0147】（ステップ310）ここでは、ステップ300で読み取った信号Spの値が許容値E1よりも大きいかなんか、即ちホルダー10上のウェハの吸着力が公称範囲内に維持されているかなんかが判断される。そして、吸着力が公称範囲から外れている場合はステップ312が実行され、公称範囲内である場合はステップ316が実行される。

【0148】（ステップ312）ここでは、吸着されているウェハに対する平均的な露光処理時間（厳密には現時点からウェハ吸着動作が解除されるまでの平均的な残り時間）TSと、ステップ308で算出された予測時間Te2とを比較し、予測時間Te2が処理残り時間TSよりも小さいときはステップ314が実行される。また予測時間Te2が処理残り時間TSよりも大きい場合はステップ328が実行される。

【0149】（ステップ314）このステップでは、ウェハ上の全ショット領域の露光動作が終了してウェハをホルダー10から取り外すまでの平均的な残り時間TSに対して吸着可能な予測時間Te2が短いことから、そのまま露光処理を続けることが危険である旨をミニコン52に報告するためのレベル2の警報情報が作成されると共に、そのことがディスプレイ54やバトライトにて

表示される。その後、図8に示したプログラムDが実行されて装置は緊急停止する。

【0150】(ステップ316)ここでは、露光処理のための平均的な残り時間TSに対して公称の吸着力を持続し得る予測時間Te1の方が長いかが判断され、 $Te1 \geq TS$ のときは露光処理の間にウェハが安全に吸着され続けるものと判定して、プログラムGによる割込み処理を正常に終了する。またここで、 $Te1 \geq TS$ が偽と判定されると次のステップ318が実行される。

【0151】(ステップ318)このステップでは、ステージ本体2を一旦ローディング位置に戻してホルダー10上のウェハを真空圧によって再吸着するか否かが判断される。このように、1枚のウェハを露光処理している間にウェハを再吸着することは、リソグラフィ工程の精度上で見ると多少の問題を生じ得る。それは、再吸着時にホルダー10上のウェハが微小な位置ずれを起し、露光処理を再開した後のアライメント精度(重ね合わせ精度)が大きく劣化し得ることである。そのため、通常このステップでは再吸着しないものと判定されてステップ314(レベル2の警報情報の発生、装置の緊急停止)が実行される。

【0152】しかしながら、再吸着後にウェハ上のマークを検出する精密なアライメント動作を実施してから露光処理を再開する場合は、再吸着動作を実行しても何ら不都合はない。従って再吸着の実行が指定されているときは次のステップ320が実行される。

(ステップ320)このステップでは、露光処理中の1枚のウェハに対して設定されている再吸着の回数がm回か否かが判断される。この回数mは通常は1であるが、オペレータの指示によってそれ以上の回数に設定可能である。従って、mが1に設定されている場合、それ以前に再吸着動作が1度行われていれば、ここでは $m=1$ を真と判定してステップ314(レベル2の警報情報の発生、装置の緊急停止)が実行される。しかしながら、初めて再吸着動作を行う場合は次のステップ322が実行される。

【0153】(ステップ322)ここでは、ウェハの再吸着動作を行うことによってウェハの位置ずれが発生し得る旨を表すレベル3の警報情報が作成される。このレベル3の警報情報は、ミニコン52に報告されて露光動作の中断が指示されると共に、ディスプレイ54に表示され、場合によってはエラーログのデータベースに記憶される。このとき、露光動作の中断は、その時点で処理中のショット領域に対する露光が終了して、次に露光すべきショット領域のマップ位置が記憶された時点で実行される。

【0154】(ステップ324)このステップでは、先の図7のプログラムAで説明したように、ステージ本体2をローディング位置LDP(図10参照)に位置付けし、受端口70のパイプと送端口83の開口部とを結合

させた後、信号SV1、SV2を出力して電磁弁81a、71aの順番で開放する。この順番が逆だと、ホルダー10内の真空減圧路が瞬間的に大きなリーク状態になって、ウェハの位置ずれが助長されることがある。その後、圧力センサ71eからの信号Spを確認して電磁弁71a、81aを閉じると共に、ミニコン52に再吸着完了を報告する。これに応答してミニコン52は露光処理(アライメント動作)を再開して、記憶しておいた次のショット領域からの露光動作を開始する。

【0155】(ステップ326)ここでは先の図7に示したステップ226と同様に、信号Spの値が初期値として監視履歴メモリに記憶され、計時タイマーのカウント時間がゼロリセットされる。これによってプログラムGの割込み処理は終了する。ところで、先のステップ312において $Te2 \geq TS$ が真と判定された場合、それはウェハ吸着が公称の吸着力ではないが、露光処理の残り時間TSの終了までは一応持続されることを意味する。そのため、ウェハの位置ずれ発生の不安が残ることから、次のステップ328が実行される。

【0156】(ステップ328)ここでは、先のステップ318と同様に再吸着するか否かが判断される。しかしながら、ここに至るような状況下での再吸着動作はステップ318の場合ほど必要性が高い訳ではなく、無視してして次のステップ330に進んでもよい。ところが、 $Te2 \geq TS$ が真であっても、露光処理残り時間TSの絶対値が大きいときは露光処理の最後辺りのショット露光の際に、予測時間Te2の誤差によって再吸着を余儀なくされることもある。

【0157】そこでここでは、監視履歴メモリに蓄積された過去の吸着圧の変化率 ΔP_n のデータを読み出し、それらの移動平均、関数近似等の計算を行ってデータ上で詳細な予測検定を行い、その結果から再吸着の要、不要を判定する。従ってここで再吸着が必要と判定されたときは、先のステップ322からの動作が実行され、再吸着が不要と判定されたときは次のステップ330が実行される。

【0158】(ステップ330)このステップでは、ウェハ吸着力が低下する不安はあるものの、露光処理の完了までは一応の吸着が維持される旨を表すレベル4の警報情報が生成され、その情報がミニコン52に報告されて、プログラムGの割込み処理が終了する。以上のようにして監視プログラムGの一連の動作が完了するが、本実施例ではこの監視プログラムによって4レベルの警報が生成される。その警報は、レベルが小さいほど深刻なエラーであり、レベルが大きいほど軽度なエラーとみなされる。また先に述べたように、監視プログラムGの機能は簡単なハードウェアによって構成可能であり、例えば信号Spのアナログ電圧を許容値E1、E2の各々に対応した基準電圧と比較する2つのコンパレータを設け、その2つのコンパレータの各々から出力される2値

信号を適当なロジック回路にてデジタル演算して、ウェハ吸着力の変化に応じた各種の警報情報を発生させることができる。次に、本発明の第3の実施例によるステージ装置の構成を図13を参照して説明する。図13は、先の図5、6に示した装置コラム30側の気体供給制御系81の変形実施例を示すものである。そして本実施例では、ホルダー10上に吸着されたウェハWを取り外す際、ステージ本体2側の電磁弁71aを開放して受端口70を単に外気に連通させるだけでなく、ウェハWをホルダー10の表面から積極的に微量(数 μm 以下程度)だけ瞬間的に浮上させ得るような構成を設けたことに大きな特徴がある。

【0159】図13において、先の図6中に示した構成部材と同一のもの、電磁弁81a、駆動部81b、信号SV1、チューブ82、固定部材83、送端口84、ベローズ85には同じ符号をつけてある。そして、真空吸着用の減圧気体供給源からの真空元圧は、チューブ80a、電磁弁81a、スピコン87a、チューブ89a、流路切り換え用の電磁弁95、及びチューブ82を介して送端口84に導かれる。同様に、ウェハWを瞬間的に浮上させるための圧搾気体供給源からの加圧気体は、チューブ80b、電磁弁86a、スピコン88a、チューブ89b、流路切り換え用の電磁弁95、及びチューブ82を介して送端口84に導かれる。

【0160】電磁弁86aは駆動部86bへの信号SV4に応答して流路の開放と遮断とが切り換えられ、スピコン87a、88aは夫々つまみ87b、88bの調整によって各気体の流量を調整する。そして電磁弁95には、切り換え用の信号SV3に応答してピストン95aを往復移動する駆動部95b、真空圧用のチューブ89aが接続される入力ポート95c、加圧気体用のチューブ89bが接続される入力ポート95d、及び送端口84に気体を導くためのチューブ82が接続される出力ポート95gが設けられている。

【0161】この電磁弁95のピストン95aは全体として円柱状に成型され、その中央部には特殊な窪み95e、95fが形成されている。窪み95e、95fはピストン95aの円周表面に沿って所定の深さで切削され、窪み95eのピストンの移動方向に関する幅は2つの入力ポート95c、95dの間隔よりも小さく設定され、窪み95fのピストンの移動方向に関する幅はピストン95aの移動範囲内で常に出力ポート95gと対向するように設定されている。

【0162】従って図13に示したピストン95aの位置では、入力ポート95cがピストン95aの先端部で密閉され、入力ポート95dからの加圧気体が窪み95e、95fを通して出力ポート95gに導かれ、ステージ本体2側の受端口70には送端口84を介して加圧気体供給される。またピストン95aが図示の位置から右方向に切り換えられると、入力ポート95dがピスト

ン95aの後端部で密閉され、入力ポート95cからの減圧気体が窪み95e、95fを通して出力ポート95gに導かれ、ステージ本体2側の受端口70には送端口84を介して真空圧が供給される。

【0163】以上の構成において、スピコン87a、88aは特に設けなくてもよいが、ホルダー10によるウェハWの最適な吸着動作と、吸着解除時のウェハWの最適な浮上量とを微妙に調整するためには設けた方がよい。そして本実施例の場合、電磁弁81aの開閉を制御する信号SV1、電磁弁86aの開閉を制御する信号SV4、電磁弁95の切り換えを制御する信号SV3、及び図6に示したステージ本体2側の電磁弁71aの開閉を制御する信号SV2のそれぞれを的確なタイミングで与えることで、ホルダー10からのウェハWの取り外しがよりスムーズに実現できる。

【0164】次に図13の構成の気体供給システム81を図5の投影露光装置と組合わせた場合の動作を説明する。本実施例の場合も、ウェハ搬送やウェハ交換の各動作は基本的には図7～9に示したフローチャートと同様であるが、本実施例では図10のようにウェハのローディング位置LDPとアンローディング位置ULPとをずらしておく必要がなく、一致させることができるといった利点がある。そこで以下においては、特にウェハのホルダー10への吸着動作と吸着解除動作とに関連した部分について、図14のタイムチャートを参照して説明する。

【0165】図14(A)に示すように露光装置の全体シーケンスにおいては、先行するウェハの露光動作の終了後、ウェハ交換作業を実行し、新たなウェハの露光動作を開始するものとする。この図14(A)のシーケンスタイミングに対応して、図14(B)はステージ本体2の移動シーケンスを示し、図14(C)、(D)、(E)はそれぞれ電磁弁71a、81a、86aの各開閉シーケンスを示し、そして図14(F)は電磁弁95の切り換えシーケンスを示す。

【0166】まず、先行するウェハの露光動作が完了(最後のショット領域に対する露光が完了)するまで、電磁弁71a、81a、86aはいずれも流路を閉じた状態に設定され、電磁弁95は加圧気体側のチューブ89aを送端口84に連通させるべく、図13に示した通りピストン95aが左側に位置(加圧側開放)するように設定されている。

【0167】さて、全体シーケンスにおいて先行するウェハの露光動作が完了すると、ミニコン52からウェハ交換のグローバルコマンドが送出される。これにตอบสนองしてステージ本体2は、ローディング位置の近傍に向けて高速移動し、受端口70と送端口84とが数ミリの間隔で対向したら受端口70のパイプが送端口84の開口部に貫入するように微動してから停止する。

【0168】その直後、電磁弁71aが信号SV2に

答して開放状態に切り換えられ、搬送ロボット40による露光済みウェハのアンローディングが開始される。このアンローディング動作においては、ホルダー10から露光済みウェハを取り外すタイミングで電磁弁86aが信号SV4にตอบสนองして所定時間だけ開放されて、図6中のリザーブタンク72へ吸着溝91内には加圧気体が瞬時に導かれる。これによってホルダー10の載置面と露光済みウェハとの間の吸着力が急激に消失し、ウェハは吸着溝91から噴出される加圧気体によって載置面から僅か(例えば数μm程度)に浮上される。このため、搬送ロボット40の搬送アーム42はホルダー10上の露光済みウェハを極めてスムーズに受け取ることができる。

【0169】ただし、ホルダー10の載置面からの加圧気体の噴出は、あまり強すぎるとウェハがホルダー10上で踊ってしまうため、最適な状態になるように図13中のスピコン88aで流量調整をしておく。こうして露光済みウェハがホルダー10の載置面上からアンローディングされると、電磁弁86aは閉じ状態に戻され、吸着溝91からリザーブタンク72までの空間は大気

に開放された状態になる。その後、未露光ウェハがホルダー10の上方空間にローディングされてくると、適当なタイミングで電磁弁95が信号SV3にตอบสนองして真空側を開放する(ピストン95aが右位置になる)ように切り換えられ、未露光ウェハの裏面がホルダー10の載置面に受け渡される直前に電磁弁81aが開放状態に切り換えられる。

【0170】これによって、リザーブタンク72から吸着溝91までの閉空間部(減圧路)には真空元圧源からの減圧気体が供給され、未露光ウェハはホルダー10表面の突出部90に真空吸着される。そして電磁弁71a、81aが共に開放している間に、圧力センサ71eからの信号Spを読み込む吸着確認動作が開始され、その値が真空元圧に近い値になっているか否かが判定される。このとき信号Spの値が真空元圧に近ければ、重大なリークがないと判断して電磁弁71aを閉じ状態に切り換えて、その直後に再び吸着確認動作を実行して真空圧が急激に悪化していくか否かを判定する。

【0171】その結果、真空圧の急激な悪化がない場合は電磁弁81aを閉じ状態に切り換え、電磁弁95を加圧側に開放するように切り換える。その電磁弁81aの閉じ状態への切り換えによってウェハ交換の全てのシーケンスが完了し、ステージ本体2は露光動作のためにローディング位置から移動を開始する。以上の通り、本実施例ではローディング位置LDPとアンローディング位置ULPとを同一位置にすることができるだけでなく、ウェハをホルダー10から取り外す際に加圧気体による浮上操作を加えるため、その取り外しの直前までウェハをホルダー上に吸着保持することができ、ウェハの搬送アーム等への受け渡し時の位置ずれが小さく抑えられ、

より安定なウェハ搬送が可能となる。次に、本発明の第4の実施例による装置構成について図15を参照して説明する。本実施例は、先の図5、6に示したリザーブタンク72の機能をウェハホルダー10の内部に設けた点に特徴がある。図15は、ステージ本体2に設けられたホルダー10の部分断面とベース定盤3(又は装置コラム30)側の送端口84付近とを示し、先の図5、6又は図13で用いた構成部材と同一機能の部材には同じ符号を付けてある。

【0172】図15において、ホルダー10の表面には図6に示したように、複数の突出部90によって囲まれた複数の吸着溝91が離散的に形成され、各吸着溝91はホルダー10の内部に形成された通気路93で連通している。さらにホルダー10の内部には、複数の球形または円筒状のタンク室72aが通気路72bで連通して設けられている。この複数のタンク室72aは図5、6で説明したリザーブタンク72と同様に機能し、そのタンク室72aの一部は通気路93と連通され、ウェハWの裏面と突出部90の表面との間で生じる僅かなリーク分を補って吸着持続時間を拡大する。

【0173】このホルダー10はステージ本体2の上部に取り付けられ、タンク室72aをつなぐ通気路72bはホルダー10の側部でチューブ73で接続され、そのチューブ73の他端はステージ本体2上に設けられた電磁弁71aに接続される。この電磁弁71aは、ステージ本体2の側端部に形成された受端口70とチューブ73との間の通路を開閉するものであり、その開閉動作のための信号SV2は受端口70の近傍に形成された受電端子部71kを介してベース定盤3(又は装置コラム30)側の送電端子部84kから供給される。

【0174】さらに、ホルダー10内には通気路72bに接続された圧力センサ(半導体圧力センサ)71eが設けられ、そのセンサ71eからの検出信号Spはステージ本体2に設けられた無線式トランスミッター(図2中のRFC106とデジタルコンバータ108等から成る送信機)によってアンテナATを介して電波として送信される。

【0175】一方、ベース定盤3(又は装置コラム30)側の固定部材83にはベローズを介して送端口84が設けられ、この送端口84の下部には信号SV2を送るための送電端子部84kが所定の付勢力を伴って伸縮可能に設けられている。そして本実施例の場合も、送端口84には受端口70のパイプが密着嵌入する開口部が形成され、その送端口84には図13に示した気体供給系81が接続され、真空吸着用の減圧気体と吸着解除用の加圧気体とが切り換えて供給される。

【0176】以上の構成において、一般にホルダー10はアルミニウム製、セラミック製であり、またその厚みもそれ程大きくない。そのため、ホルダー10の内部にタンク室72aを形成する場合、その立体形状はホルダ

ー10に变形を与え難い球形、或いは円筒を基本構造として造形するのがよい。このようにすると、タンク室72a内が減圧された場合のホルダー10の变形を最小にすることができ、特にホルダー10の吸着面(複数の突出部90の表面で規定される面)のフラットネスを悪化させることがないと言った利点である。

【0177】尚、タンク室72aは図15のように複数個を設けて通気路72bで連通することが望ましいが、単一のタンク室であってもよい。また複数個のタンク室72aを設ける際は、ホルダー10の内部にはほぼ均等な間隔で離散的に配列するのがよく、一例としてはホルダー10の中心から等距離の半径上で周方向に一定間隔で複数個を設けるのがよい。

【0178】また以上の構成においては、先の図13の気体供給系81によってホルダー10上の露光済ウェハの吸着解除と未露光ウェハの吸着とが行われるため、ステージ本体2は、図14に示したようにウェハ交換作業中はローディング位置に停止していればよい。従って、ウェハ交換作業の間、電磁弁71aの開閉用の信号SV2をやり取りする受電端子部71kと送電端子部84kとは常に接続状態となっており、図14の動作がそのまま実行可能である。

【0179】さらに、本実施例では図15には示していないが、図2のようなバッテリー100が無線式トランスミッター(106、108)の電源としてステージ本体2に搭載され得る。この場合、トランスミッター(106、108)の消費電力は極めて小さいため、バッテリー100は小型のものが選択できる。この構成によって、圧力センサ71eからの信号Spをステージ本体2から制御ラック50(図3参照)まで導く電気配線が省略される。こうしてトランスミッター(106、108)から送信される電波は制御ラック50内のレシーバーで受信されて元のアナログ信号Spに変換され、ウェハ交換プログラムAへ吸着監視プログラムG等で使われる。

【0180】以上の通り本実施例では、ホルダー10内にウェハ吸着の長時間化を図るためのタンク室72aを形成し、そのタンク室によって減圧吸着用の閉空間部の実効的な容積(体積)を拡大するため、かなり長時間に渡ってウェハを自立吸着することが可能となる。さらに本実施例では、ホルダー10内にタンク室72aといった空間が形成されるので、ホルダー10自体を10~30%程度軽量化することが可能となる。次に、図16を参照して本発明の第5の実施例による装置構成を説明する。本実施例もウェハホルダー10によるウェハWの真空吸着装置に関するものであり、先の図15の構成に対して若干の变形を加えたものである。図16が図15と異なる点は、ホルダー10内に形成していたタンク室を、ステージ本体2を構成するセラミックス製のブロック内に設けたことである。

【0181】図16において、ホルダー10の基本構成は図6と同様であり、ホルダー10の複数の吸着溝(減圧凹部)91はホルダー10内に形成された通気路93によって連通され、通気路93は真空圧バックアップ用のベローズ180を介してステージ本体2内の通気路182に接続される。この通気路182はステージ本体2の側端部の近傍に設けられた電磁弁71aを介して受端口70に接続されている。そして、ステージ本体2を構成するセラミックス製ブロックの内部にはアクアラング用ポンペと同様の立体形状で造形された複数のタンク室72cが設けられ、各タンク室72cはステージ本体2内の通気路182に連通されている。

【0182】また本実施例では、ステージ本体2がベース定盤3の表面上に静圧気体軸受け用のエアパッドAPDを介して支持されており、その気体軸受け用の加圧気体は不図示のチューブを介して装置コラム側から別途にステージ本体2に導かれているものとする。以上の図16の実施例では、ウェハ吸着時に真空圧による吸着力をなだらかに発生させるためのスピコン(図6中の71c)が省略されているが、スピコンを設ける場合には図16中の通気路182とベローズ180との間のステージ本体2側が望ましい。さらに図16では、吸着時の真空圧をモニターする圧力センサ71eの配置、電磁弁71aの開閉制御用の信号SV2の接続系等についての図示を省略したが、それらの部分については先の図6、15と同様に構成すればよい。

【0183】また本実施例によれば、ステージ本体2を構成するセラミックス製(又は金属製)のブロック内にタンク室という空間を設けるため、ステージ本体2の軽量化が可能となり、ステージ本体2の最高速度の向上、加速度の向上、微小サーボ域での応答性の向上と言った効果が得られる。また、本実施例のようにタンク室72cをステージ本体2の構造物内に形成する場合は、構造上で角を成す部分(例えばステージ本体2の四隅の部分等)に球体として内蔵させると、タンク室の減圧によるステージ本体2の变形を最小限に抑えることが可能となる。次に、図17を参照して本発明の第6の実施例による装置構成を説明する。本実施例では、真空吸着(又は加圧気体の供給)時にステージ本体2側の受端口70とベース定盤3(又は装置コラム30)側の送端口84との結合方式を変更し、減圧気体や加圧気体の流路のスイッチングを電磁弁のようなアクティブ素子の代わりにパッシブな機械式弁機構77を使うことを特徴としている。

【0184】図17(A)、(B)、(C)は、いずれもステージ本体2側に設けられた機械式弁機構77の構造と、装置3(30)側の固定部材83に設けられたパイプ状の送端口84近傍の構造とを示す。そして図17(A)はステージ本体2がローディング位置の手前に停止して送端口84と弁機構77の受端口70とを一定間

隔で対向させた状態を表わし、図17(B)はステージ本体2を送端口84側に微動させて、弁機構77の受端口70の先端が送端口84を成すパイプの根元部分に当接した状態を表し、図17(C)はステージ本体2が所期のローディング位置に停止して弁機構77と送端口84とが完全に結合した状態を表わす。

【0185】図17(A)において、機械式弁機構77は全体として筒状に構成され、その先端部にはスライド可能な筒状の受端口70が取り付けられ、この受端口70の内壁先端部70sは気密性を良くするために滑らかに面取りされている。また受端口70の先端には径を若干大きくした環状のツバ部が形成され、そのツバ部の根元部には気密性を良くするためのゴムや樹脂によるオーリングOSが設けられている。さらに、弁機構77の内壁面に環状に形成された突出環77bと、受端口70の終端部(同図の左端)との間には、受端口70を図17(A)に示す位置に付勢するコイルバネ77eが設けられるとともに、受端口70を図17(A)の位置以上に右側に移動させないストッパーも設けられている。

【0186】さて、弁機構77の内部で突出環77bの左側にはピストン77aがスライド可能に設けられ、このピストン77aはコイルバネ77cによって通常は突出環77b側に付勢される。そして、通常はピストン77aが位置する弁機構77の壁部には通気路77dが形成され、その通気路77dには図6中に示したチューブ73(ホルダー10への通気路)が接続されている。ここで、コイルバネ77cの付勢力はコイルバネ77eの付勢力よりも大きく定められ、受端口70は弱い力で弁機構77内に押し込むことができる。

【0187】一方、セラミックス製または金属製の送端口84は、図5、図6又は図13中に示した気体供給システム81からのチューブ82に接続され、固定部材83を介して装置3に固定されている。送端口84の根元には合成樹脂材によって円錐状に成形された干渉部材85aが設けられ、この干渉部材85aは受端口70の先端部70sとの密着性を高めるために適度に弾性変形する軟質材で作られている。

【0188】さらに、パイプ状の送端口84の内部には通気路84aが形成され、この通気路84aは送端口84の先端近傍の側壁面に形成された開口84bと連通している。そのためチューブ82から供給される真空圧や加圧気体は、通気路84aを通過して開口84bから外部空間に供給される。ただし、図17(A)のように弁機構77の受端口70と送端口84とが離れている状態では、チューブ82の源にある電磁弁群(図6中の81a、図13中の81a、86a等)は閉じられている。

【0189】さて、図17(A)の状態からステージ本体2が右方向に微動していくと、機械式弁機構77の受端口70の先端部70sは図17(B)に示すように干渉部材85aの斜面部分に当接する。この状態で、気体

供給システム81からチューブ82を介して減圧気体を一瞬だけ送端口84内の通気路84aに供給すると、図17(B)における受端口70の内側の閉空間は若干負圧に設定される。この状態で送端口84の先端部84cはピストン77aに接触しないように設定されている。

【0190】さらに図17(B)の位置から、ステージ本体2が受端口70のスライド可能距離だけ右側に微動すると、受端口70は図17(C)に示すようにバネ77eの付勢力に抗して弁機構77の内部に押し込まれ、オーリングOSは若干変形して弁機構77の筒状の先端面と受端口70のツバ部との間をシールする。このとき、送端口84の先端部84cはピストン77aを所定量だけ左側に押圧(換言すると弁機構77の円筒外壁のみが右側に移動)して、弁機構77の側壁に形成された通気路77dが開放される。

【0191】こうして通気路77dが開放される直前に、チューブ82、送端口84の開口84bを介して加圧気体が供給され、その加圧気体は通気路77dを通してチューブ73に送出され、これによってホルダー10上の露光済みウェハの吸着が瞬時に解除される。その後、未露光ウェハがホルダー10上に載置されると、チューブ82、送端口84、通気路77d、チューブ73を通して真空圧が供給され、未処理ウェハの吸着動作が行われる。

【0192】ウェハのホルダー10への吸着完了が圧力センサ71eによって確認されると、チューブ82の源にある電磁弁群が閉じられ、ステージ本体2はそのまま図17(C)の状態から左側に微動していき、やがてピストン77aがバネ77cの付勢力によって図17

(B)の状態に復帰する。その後、図17(B)の状態において、チューブ82を介して加圧気体を送端口84から一瞬噴出して受端口70の内側の閉空間を若干陽圧にしてから、ステージ本体2を図17(A)の位置まで引き戻すことによって、一連のウェハ交換作業が終了する。

【0193】尚、図17では図示を省略したが、今までに説明してきたリザーブタンク72やタンク室72a、72cは、図17中のチューブ73の経路中に接続されて同様の自立吸着(減圧)システムが構築されている。以上のように本実施例によれば、可動ステージ本体2を所定のローディング位置に移動させ、その位置で弁機構77の受端口70と送端口84とをステージ本体2の移動推力で結合させるだけで、ステージ本体2に対する減圧気体や加圧気体の供給路が自動的に形成されるとともに、ステージ本体2の弁機構77を送端口84から引き離すだけでホルダー10によるウェハ吸着用の減圧路の外気との連通が自動的に遮断される。

【0194】このため本実施例によれば、ウェハ吸着用の閉空間部(ホルダー10の吸着溝91~弁機構77の通気路77dまでの空間、タンク室内の空間)と外気と

の連通を遮断する電磁弁等のアクティブな制御素子をステージ本体2側に設ける必要がないので、それだけステージ本体2が軽量化されるといった利点がある。さらに、ステージ本体2側に電磁弁が不要となるので、そのような電磁弁に信号SV2を供給する電気配線も不要となるので、ステージ本体2が引き摺っていく配線の本数をさらに少なくすることができる。次に、図18~22を参照して本発明の第7の実施例について説明する。本実施例では、可動ステージ本体2内で使われるウェハ吸着用の真空系以外の空力系に対しても自立減圧(吸着)

システムや自立加圧システムを構築することを特徴としている。
【0195】図18は、ローディング位置LDPにおいて、ステージ本体2の上部ステージ部2aに取り付けられたホルダー10上にアーム42aによってウェハWを受け渡したり、ホルダー10上からアーム42aによってウェハWを受け取ったりする際に、ウェハWをホルダー10の載置面10a(複数の突出部90)から所定量だけ持ち上げるために設けられた3本のリフトピンPC1、PC2、PC3の配置を示す。

【0196】その3本のリフトピンPC1、PC2、PC3の先端面には、真空吸着用の小孔が形成され、3本のリフトピン上に載置されたウェハWを一時的に吸着する。この3本のリフトピンは、ホルダー10の中央部分に形成された3つの貫通穴の各々を通して上下動可能に設けられている。その3つの貫通穴の配置と大きさの関係についての一例は、特開平1-214042号公報(ニコン)に詳しく開示されているので、必要ならその公報に開示された技術をそのまま、或は若干変形して利用すればよい。

【0197】そのリフトピンはステージ本体2内に設けられたリフト機構によって上下動され、そのリフト機構の一例は図19の部分断面図に示すように構成される。図19では、3本のリフトピンのうち2本のリフトピンPC1、PC3のみが代表的に示されている。図19の構成において、ホルダー10の中央部分にはリフトピンPC1、PC3の各々が接触することなく貫通する穴10dが形成されている。そして図19は各リフトピンが穴10dを貫通して最も上昇した場合を示し、ウェハWと載置面10aとの間にはアーム42aが進入し得る空間が形成される。さらに各リフトピンはその先端面がホルダー10の載置面10aよりも低い位置になるまで降下可能である。

【0198】またホルダー10は、本実施例では不図示の駆動モータによって上部ステージ部2a上で微小θ回転可能に設けられ、ホルダー10の載置面10aの各吸着溝91につながる自立吸着システムは、上部ステージ部2aに設けられた通気路182、タンク室72c、及び不図示の電磁弁等で構成され、先の各実施例と全く同様に機能する。さらに上部ステージ部2aは、下部ス

ージ部2bに対するZ軸方向の並進微動と、X軸回りとY軸回りの各微動傾斜とが可能のように構成される。

【0199】その結果ウェハWは、ステージ本体2上でθ回転運動、Z方向運動、及びXY方向の各傾斜運動の4自由度で姿勢制御される。ただしホルダー10のθ回転運動は、図3に示した露光装置内でレチクルの方をθ回転補正するような構成になっている場合は省略することもできる。この場合、ウェハWは下部ステージ部2bに対して3自由度(Z方向運動とXY方向の各傾斜運動)で姿勢制御される。その3自由度の運動は、下部ステージ部2bと上部ステージ部2aとの間に設けられた3つのZ方向駆動モータZM1~ZM3によって制御される。

【0200】さて図19において、3本のリフトピンPC1~PC3は共通の台座122上に固定され、その台座122は下部ステージ部2bに取り付けられた上下動用のエアジャッキ124のピストン123に結合されている。エアジャッキ124は、下部ステージ部2bに形成された通気路126とフレキシブルチューブ127とを介して供給される加圧気体によってピストン123を上昇させる。ピストン123の降下は、台座122とエアジャッキ124との間に設けられたバネ125の引っ張り弾性力を利用して、エアジャッキ124内(閉空間部)の加圧気体を通気路126からスピコンを介して大気へ開放することで行われる。

【0201】また台座122には、チューブ121と下部ステージ部2b内の通気路120とを介して真空圧(或いは加圧気体)が供給され、その真空圧(或いは加圧気体)は台座122の内部を通してリフトピンPC1~PC3の各先端面の小孔まで導かれる。その通気路120は、電磁弁を介して下部ステージ部2bの側面に設けられた受端口に接続されると共に、自立吸着システムを可能とするためのタンク室にも接続されている。

【0202】尚、図19においてホルダー10にθ回転機構がない場合は、当然のことながらウェハに回転運動を与えることができない。そこで本実施例では、ウェハWをホルダー10に対して回転させるために、3本のリフトピンPC1~PC3を支持する台座122、ピストン123、エアジャッキ124の全体を回転駆動系130によって下部ステージ部2bに対してXY面内で微小回転させる機構を設けてある。以上の図18、19に示されたリフト機構を搭載した2次元移動ステージ装置の全体構成の一例を、図20を参照して簡単に説明する。この図20に示されたステージ装置は、例えば特開昭61-209831号公報に開示の装置と類似のものであるが、本発明を適用するために細部では若干改良、変形が加えられている。また図20中の各構成部材のうち、先の図1や図5中の構成部材と同一の機能のものについては同じ符号を付けてある。

【0203】図20において、平坦な表面を有するベ

ス定盤3の上には、X方向に直線状に延びた2つの固定ガイド部材65A、65BがY方向に離れて取り付けられ、各固定ガイド部材65A、65Bの間にはY方向に直線状に延びた可動ガイド部材60が設けられる。この可動ガイド部材60の両端部には、各固定ガイド部材65A、65Bとの間に流体軸受けを形成するためのエアパッドブロック60A、60Bが設けられている。また可動ガイド部材60の下面には、その自重をベース定盤3の表面で支えるための流体軸受け用のパッドが設けられている。

【0204】可動ステージ本体2の下部ステージ体2bは、図20では上部ステージ体2aに隠れて図示されていないが、可動ガイド部材60のY方向に延びた両側面（又は片側面）に対して流体軸受けを介してX方向に拘束され、その結果、可動ステージ本体2（2a）は可動ガイド部材60に対してY方向に移動する。さらに可動ステージ本体2の下部ステージ体2bの下面には、その自重をベース定盤3の表面で支えるための流体軸受け用のパッドが設けられている。

【0205】ステージ本体2のY方向の移動は可動ガイド部材60に設けられたリニアモータ63によって行われ、ステージ本体2のX方向の移動はベース定盤3に設けられた2つのリニアモータ66A、66BのX方向の推力を可動子固定部60C、60Dを介し可動ガイド部材60に伝えることで実現される。ステージ本体2の上部ステージ体2aには、レーザ干渉計6X、6Yの各々から投射されるビームLBmx、LBmyを反射する移動鏡5X、5Yが固定され、ステージ本体2の座標位置や移動量が各干渉計に付設されたレシーバー7X、7Yからの測長信号に基づいて計測される。また上部ステージ体2aに設けられたホルダー10にはウェハWが吸着され、そのホルダー10を含む上部ステージ部2bの全体は3つのZ方向駆動モータZM1～ZM3によって3自由度で姿勢制御される。

【0206】さらに上部ステージ体2aには、投影光学系PL（図3、図5参照）の投影視野IFを介してレチクル側で検出可能な基準マークや発光パターンが形成された基準マーク板CFPと、投影視野IF内に投影されたレチクルのマーク投影像を光電検出するための微小開口部が形成された投影像検知板AISとが取り付けられている。

【0207】そして可動ステージ本体2の下部ステージ体2bの角部には、図19に示した各種の空力系に減圧気体（真空圧）を導くためのパイプ状の受端口70vと、加圧気体を導くためのパイプ状の受端口70pとがX方向に突出するように設けられている。これらの受端口70v、70pは、ステージ本体2上のホルダー10の載置面の中心点Ocが所定のローディング位置LDPに停止すると、それぞれ固定部材83を介してベース定盤3に取り付けられた送端口84v、84pと結合され

る。

【0208】その送端口84vは気体供給システムからチューブ89aを通して送られてくる減圧気体を送出し、送端口84pは気体供給システムからチューブ89bを通して送られてくる加圧気体を送出する。本実施例の場合、受端口70v、70pと送端口84v、84pの各構造は先の図6に示したものと同じである。ところで図20に示したステージ装置は、ステップアンドスキャン方式の投影露光装置に適用することを意図しており、このためウェハW上の1つのショット領域SAは、円形の投影視野IF内で直径方向に直線的に延びたスリット状又は長方形に制限された実効的な投影像領域PIによって走査露光される。

【0209】その場合、走査露光のためのウェハWの移動方向は、投影像領域PIの長軸方向と直交したY方向に設定されるが、本実施例のステージ装置ではその走査移動を可動ステージ本体2のみで行うようにしたため、高速で高精度な走査露光が実現できる。ただし、走査方向がY方向であっても走査露光中はウェハWをX方向にも微動させる必要があるため、可動ガイド部材60もX方向に微動させることになる。

【0210】ところが図20の構成で走査露光の方向をX方向にしてしまうと、ウェハW上の各ショット領域SAの露光のたびに、可動ガイド部材60とステージ本体2を共にX方向に高速に等速移動させなければならず、走査中のステージ制御精度を高めるのに苦労する。それ以外にも、可動ガイド部材60とステージ本体2との両方で決まる大質量の可動体が各ショット領域の露光のたびに急加速、急減速を繰り返ることから、露光装置本体内で非常に大きな反力が発生する。

【0211】このため露光装置に不要な振動を発生させたり、露光装置内のコラム等の構造体に不要な変形を与えることが懸念される。しかしながら、走査露光時のステージ本体2の移動をY方向にしておけば、加減速を繰り返す可動体の質量が小さくなるため、それだけ振動の発生や構造体の変形等が低減されることになる。尚、図20に示したウェハステージ装置は一例であって、その他にも特開平8-166475号公報や特開平8-233964号公報に開示されているような複数個のリニアモータとフォロワー構造とを備えたステージ装置がそのまま、或は若干の変更を加えて本願発明のステージ装置として適用可能である。次に図21を参照して、図18～20の装置構成のステージ本体2内に設けられる好適な空力系（真空吸着系、加圧系）の構成を説明する。ここでは、ウェハWを真空吸着するホルダー10の吸着溝91に真空圧（或は加圧気体）を供給する電磁弁71a、通気路182、タンク室72c、及びチューブ73等で構築されるウェハの自立吸着システムと、上部ステージ部2a上でθ回転可能なホルダー10をθ回転後に真空吸着するパッド部（凹部）144に真空圧（或は大

気圧)を供給する電磁弁140、141とタンク室72d等で構築されるホルダーの自立吸着システムと、ウェハを真空吸着するリフトピンPC1~PC3の吸着孔に真空圧(或は加圧気体)を供給する電磁弁150、タンク室72e、通気路120、及びチューブ121等で構築されるリフトピンの自立吸着システムと、リフトピンPC1~PC3を上下動するエアジャッキ124に加圧気体を供給する電磁弁152、通気路126、チューブ127等で構築される自立加圧システムとが設けられている。

【0212】3つの自立吸着システムの各々の電磁弁71a、140、150には、チューブ160vを介して受端口70vからの真空圧が供給され、ウェハの自立吸着システムの電磁弁71a、リフトピンの自立吸着システムの電磁弁150、及びエアジャッキ用の自立加圧システムの電磁弁152の各々には、チューブ160pを介して受端口70pからの加圧気体が供給される。

【0213】この図21の構成において、電磁弁71aは先の図6に示したものと若干異なる機能を有し、ここではチューブ160vからの真空圧とチューブ160pからの加圧気体とを択一的に通気路182に送出する切り換え機能の他に、通気路182をチューブ160v、160pのいずれとも接続しない非接続状態(中立状態)に切り換わる機能も備えている。同様に電磁弁150も、真空圧と加圧気体との切り換え機能の他に、そのどちらとも接続されない中立状態に切り換わる機能を備えている。

【0214】さらに、電磁弁141は真空圧のパッド部144への供給とポート142を介したパッド部144の大気開放との切り換え機能を備え、電磁弁152は加圧気体のエアジャッキ124への供給とポート153を介したエアジャッキ124の大気(或はスピコン)開放との切り換え機能を備える。また電磁弁140は真空圧の通路を単純に開放、遮断する機能を備えている。

【0215】一方、図21の受端口70v、70pと接続されるベース定盤3側の送端口84v、84pは、一例として図22のように構成される。この図22に示した気体供給システムは、真空圧用の送端口84vと加圧気体用の送端口84pとが分離しただけで、基本的には先の図13と同様に構成される。すなわち、送端口84vにはチューブ80a、電磁弁81a、スピコン87a、及びチューブ89aを介して真空圧供給源からの真空圧が供給され、送端口84pにはチューブ80b、電磁弁86a、スピコン88a、及びチューブ89bを介して加圧気体供給源からの加圧気体が供給される。

【0216】さらに本実施例の場合、ステージ本体2側の各電磁弁71a、140、141、152を制御したり、図19中の回転駆動部130、ホルダー10のθ回転用のモータ等を制御したりするための信号群SQnは、ベース定盤3の固定部材83に設けられた送電端子

部84kを通してステージ本体2側の受電端子部71kで受信されるような構成(先の図15と同様の構成)になっている。

【0217】以上の図21、22の空力系が組み込まれた図19、20の露光装置におけるウェハ交換作業は、図23に示したタイムチャートに従って実行される。この図23のタイムチャートは、ステージ本体2がローディング位置LDPに停止して受端口70v、70pがそれぞれ送端口84v、84pと結合した直後から、一連のウェハ交換が終了した時点(ステージ本体2がローディング位置から移動可能となる時点)までの動作を表している。

【0218】また図23において、横軸は時間軸を表し、最上段のチャートはウェハ交換の全体動作を成す露光済みウェハのアンローディング動作と未露光ウェハのローディング動作とにおける細目的な部分動作を表す。さらに図23の2~8段目のチャートは、図21、22に示した電磁弁71a、81a、86a、150、152、140、142の各作動状態を示す。また電磁弁71a、150、152、142には、入出力の択一的な接続の切り換え以外に入出力をどこにも接続しない中立状態があり、その中立状態をチャート上ではNで表してある。

【0219】露光済みウェハのアンローディング動作は、図23の最上段のチャートに示したように、ホルダー10上の露光済みウェハの吸着解除、図18、19、21に示したリフトピンPC1~PC3の上昇(ウェハ持ち上げ)、搬送アーム42aのホルダー10とウェハとの間への進入(図19参照)、リフトピンPC1~PC3の降下(ウェハのアーム42aへの受渡し)、及び露光済みウェハを保持したアーム42aの退出とによって実行される。

【0220】同様に未露光ウェハのローディング動作は、未露光ウェハを保持したアーム42aのホルダー10の上方空間への進入、リフトピンPC1~PC3の上昇(未露光ウェハの受取り)、空になったアーム42aの退出、リフトピンPC1~PC3の降下(未露光ウェハのホルダー10への受渡し)、及び未露光ウェハのホルダー10への真空吸着とによって実行される。

【0221】まず、露光済みウェハのアンローディング動作が始まる直前において、電磁弁71aは中立状態Nになっており、図21の接続から明らかなように露光済みウェハはホルダー10上にタンク室72cの作用で自立吸着されている。このとき、図22中の電磁弁81a、86aと図21中の電磁弁140はいずれも遮断状態(閉成状態)であり、図21中の電磁弁150、152は中立状態Nになっている。そして図21中の電磁弁142は真空側への接続状態になっており、ホルダー10はタンク室72dの作用でパッド部144に自立吸着されている。

【0222】ウェハの吸着解除動作では、まず電磁弁71aが加圧側に切り換えられ、図21中の受端口70pがチューブ160p、電磁弁71aを通してチューブ182と連通される。すると直ちに、図22中の電磁弁86aが開放状態に切り換えられ、加圧気体が送端口84pを通して受端口70pに供給され、タンク室72c内とホルダー10の吸着溝91までの通路とが陽圧になり、ホルダー10上の露光済みウェハの吸着が瞬時に解除される。このとき、ウェハはホルダー10の載置面に対して数 μ m程度で浮上し得る。

【0223】次に、電磁弁71aを中立状態Nに切り換えて、リフトピンPC1~PC3の上昇動作に移行する。このとき図22中の電磁弁81aが開放状態に切り換えられて、図21中の受端口70vからチューブ160vまでの通路内は真空圧にされる。同時に電磁弁86aも開放のままであるために、受端口70pからチューブ160pまでの通路内は加圧気体で満たされる。その直後に、図21中の電磁弁150が真空側（チューブ160vと通気路120との接続状態）に切り換えられ、電磁弁152が直ちに加圧側（チューブ160pと通気路126との接続状態）に切り換えられる。

【0224】これにより、エアジャッキ124内に加圧気体が供給されてリフトピンPC1~PC3が上昇し、同時にタンク室72e内、通気路120、チューブ121に真空圧が導かれて、リフトピンPC1~PC3の先端面での吸着動作（ここでは小孔による大気吸引動作）が開始される。そしてリフトピンPC1~PC3が所定位置まで上昇し終わる所定のタイミングで電磁弁152は中立状態Nに切り換わり、露光済みウェハがホルダー10から持ち上げられてリフトピンPC1~PC3の先端に真空吸着されたことが確認されると、電磁弁150が真空側から中立状態Nに切り換えられ、リフトピン上昇動作が終了する。

【0225】このとき、電磁弁152と150が共に中立状態Nにあるため、エアジャッキ124は自立加圧状態となっており、リフトピンPC1~PC3はタンク室72eの作用で露光済みウェハを自立吸着している。その後、安全のために電磁弁81a（真空圧の供給）が遮断されて、次のアーム進入動作に移行する。ところで、図21に示したパッド部144は適当なタイミングで吸着を解除しておく必要がある。そのタイミングはウェハ交換動作の前、或はその最中であれば何処でもよいが、ここでは露光済みウェハをホルダー10から持ち上げるリフトピンの上昇動作の期間に行うものとする。そこで本実施例では、リフトピンの上昇中の適当なタイミングで電磁弁142を真空側（図21でパッド部144とタンク室72dとが連通した状態）から大気側（パッド部144とポート142とが連通した状態）に切り換えておくものとする。

【0226】さて、リフトピンが上昇した状態で、搬送

ロボット40のアーム40aが図19のように、持ち上げられた露光済みウェハとホルダー10との間の空間に進入し終わると、リフトピンの降下動作が行われる。この場合、まず電磁弁152が大気側（エアジャッキ124に繋がる通気路126とポート153とが連通した状態）に切り換えられ、リフトピンPC1~PC3の降下を開始される。そしてその直後に電磁弁150が加圧側（通気路120とチューブ160pの接続状態）に切り換えられて、リフトピンPC1~PC3による露光済みウェハの吸着が瞬時に解除される。

【0227】ところが、リフトピンPC1~PC3上のウェハの吸着解除を加圧気体によって瞬時に行う場合、そのまま加圧気体を供給し続けるとリフトピンPC1~PC3上でウェハが踊ってしまい、搬送に支障を来す。そこで、電磁弁150を加圧側に切り換えてから、タンク室72e内とリフトピンPC1~PC3までの通路内とが僅かに陽圧になるタイミングを見計らって、図22中の電磁弁86aを遮断状態に切り換える。

【0228】この間、リフトピンPC1~PC3は降下を続け、露光済みウェハは搬送アーム42a上に受け渡され、アーム42aは露光済みウェハを真空吸着してホルダー10の上方空間から退出する。この際、本実施例では安全のためにリフトピンPC1~PC3はホルダー10の載置面10aよりも僅かに下方まで降下して停止するものとする。以上の一連のシーケンスによって露光済みウェハのアンローディング動作が終了すると、次に図23に示した未露光ウェハのローディング動作が実行される。

【0229】ローディング動作においては、まず、未露光ウェハを吸着したアーム42aがホルダー10の上方空間に進入する。それと同時に、電磁弁86aが開放状態に切り換えられて、送端口84pと受端口70pとを介してステージ本体2側のチューブ160p内に加圧気体が供給される。そしてアーム42aが所定位置に進入し終わると、電磁弁81aが開放状態に切り換えられるとともに電磁弁152が加圧側に切り換えられて、リフトピンPC1~PC3の上昇動作が開始される。この動作は、電磁弁150、152の切り換えタイミングに若干の差異はあるものの、先に説明した露光済みウェハのアンローディング時のリフトピン上昇動作とはほぼ同じである。

【0230】このリフトピン上昇動作によって、アーム42a上の未露光ウェハはリフトピンPC1~PC3上に受け渡され、そこで真空吸着される。このような未露光ウェハのリフトピンPC1~PC3への受け渡し動作の間に、図21中の電磁弁142は中立状態Nに切り換えられる。ただしその切り換えの後であっても、パッド部144内とタンク室72d内とは依然として大気圧のままである。

【0231】未露光ウェハがリフトピンPC1~PC3

上に吸着されると、電磁弁150、152が共に中立状態Nに切り換えられ、リフトピンPC1~PC3の自立吸着とエアジャッキ124内の自立加圧とが開始される。その直後、アーム42aがホルダー10の上方空間から退出するが、その間の時間を利用して電磁弁140が開放状態に切り換えられて、チューブ160vまで供給されている真空圧をタンク室72d内に導びく。この動作は、ステージ本体2がローディング位置から離れた後にホルダー10を θ 回転させてパッド部144で吸着固定するアライメント法を採る場合には、タンク室72dを予め真空圧に維持しておくために必要である。

【0232】次にリフトピンの降下動作が行われるが、この動作は、電磁弁152、150、86aの切り換えタイミングに若干の差異はあるものの、基本的には先の露光済みウェハのアンローディング時におけるリフトピン降下動作と同じであるので、詳細な説明は省略する。ただしここで異なる点は、リフトピンPC1~PC3の降下が始まった後に、図21中の電磁弁71aが真空側（チューブ182とチューブ160vとの接続状態）に切り換えられることである。すなわち、リフトピンPC1~PC3によって未露光ウェハがホルダー10上に降下移動している間に、リフトピンPC1~PC3による吸着が解除（電磁弁150の加圧側への切り換え）されつつ、ホルダー10による吸着動作が開始される。

【0233】ただし本実施例では、安全のために電磁弁71aが真空側に切り換わる直前に電磁弁140が遮断状態に切り換わるように設定されている。これは真空圧の大きな変動を避けるためであり、そのタイミングの際にタンク室72d内が十分に真空元圧まで減圧されていれば、殊更そのタイミングで電磁弁140を遮断しなくてもよい。

【0234】以上の動作によって未露光ウェハはホルダー10上に真空吸着されるが、電磁弁71aが真空側であって、かつ電磁弁81aが開放状態の間に、ウェハ搬送ユニット内のCPUは圧力センサ71eからの信号Spを読み込んで、異常なリークが生じているか否かを判定する。そして問題がないと判断されると、そのCPUはまず電磁弁81aの方を遮断状態に切り換え、ホルダー10をタンク室72c内の真空圧による自立吸着状態にもたらし。

【0235】その時点で、先の図7中のステップ226と図11の監視プログラムGとが実行され、CPU（図6中の制御ボード51a内のプロセッサ）はタイマーモードの早いサンプリング間隔（例えば2ms毎）毎に監視履歴メモリ内に蓄積される吸着圧の変化率 ΔP_n をモニターする。そして所定時間（例えば50~100ms）の間に変化率 ΔP_n に変動がない場合、CPUは未露光ウェハがホルダー10上に正常吸着されたものと判断して、電磁弁71aを中立状態Nに切り換える。これによって、ホルダー10はタンク室72cの作用によって未

露光ウェハを自立吸着し、以後、ステージ本体2はローディング位置から任意の方向に移動可能となる。

【0236】また、監視プログラムGの実行にあたって、ウェハがホルダー10上に自立吸着された直後は信号Spの読み込み間隔をかなり短く（例えば1秒以下）しておき、引き続く数秒~1分程度の間に吸着力の大きな低下が認められないときは、信号Spの読み込み間隔を数秒以上に長くするように自動的に変更させることもできる。

【0237】ところで、未露光ウェハに対して重ね合せ露光を行う場合は、ウェハ交換作業の後でステージ本体2を投影光学系PLの下に移動させて、未露光ウェハ上の複数ヶ所の各アライメントマークを露光装置内の各種のアライメント光学系を用いて検出するアライメント作業が実行される。そのアライメント作業の1つとして、未露光ウェハ上のショット配列座標とステージ本体2の移動座標系（干渉計6X、6Yで規定される座標系）との相対回転誤差を計測して、その回転誤差分が補正されるようにホルダー10を θ 回転させることがある。

【0238】その場合、ホルダー10は θ 回転の後にステージ本体2に対して固定される必要があるため、図21に示したパッド部144が真空吸着を行う。そこでホルダー10が θ 回転した後、図21中の電磁弁141を中立状態Nから真空側（タンク室72dとパッド部144との連通状態）に切り換える。これによってパッド部144は、タンク室72dを利用してホルダー10を自立吸着する。このため、必要に応じてパッド部144での吸着力の変化を監視するプログラムを、ウェハ吸着用の監視プログラムG（図11）とは別個に、或は同じプログラム（ただし監視履歴メモリに書き込む情報は個別）として起動することが望ましい。以上の各実施例ではウェハ等の感光基板を載置するステージ装置を対象としたが、本発明は露光装置内のレチクルやマスク等の原画基板を載置するステージ装置に対しても同様に適用可能である。特に本発明は、レチクルに形成された回路パターンをステップアンドスキャン方式で感光基板上に転写する図3の投影露光装置のスキャン型レチクルステージに適用すると効果的である。そこで図24を参照して本発明の第8の実施例によるレチクルステージ装置の構成を説明する。

【0239】図24は、図3に示した露光装置中のレチクルステージ26とそのベース部28との詳細な構成の一例を示す斜視図であり、ベース部材28はセラミックス材により一体形成されている。そしてベース部材28のXY面と平行な上面には、Y方向に延設された2つのガイド面28a、28bが形成され、ベース部材28のX方向の一端部にはYZ面と平行にY方向に延設されたガイド面28cが形成されている。そしてベース部材28の中央には、レチクルR上の回路パターン領域PAの投影光路を遮蔽しないような開口28dが形成されてい

る。

【0240】一方、レチクルステージ本体26は、3つのガイド面28a、28b、28cの各々に対して静圧気体軸受パッド400、401a、402a、402bで拘束されてY方向に1次元移動するスキャンステージ部26bと、そのスキャンステージ部26b上でX、Y方向とθ方向（回転方向）とに微動すると共にレチクルRを真空吸着するレチクルホルダー26aとで構成されている。レチクルホルダー26aは、スキャンステージ部26b上の3、4ヶ所に設けられる不図示の微小直動アクチュエータ（ピエゾ伸縮素子、ボイスコイル型モータ等）によってX、Y方向とθ方向とに微動される。

【0241】このようなレチクルステージ本体26は、連結部材26cの先端部に設けられた可動子410aとベース部材28の側部に設けられた固定子410bとで構成されるリニアモータ410によってY方向に1次元移動される。またレチクルホルダー26a上には、レチクルRの下面の複数ヶ所を真空吸着する複数の吸着パッド部412と、レチクルRのY方向の位置とθ回転とを計測するレーザ干渉計からのビームBMy1、BMy2を反射するコーナールミラー414a、414bと、レチクルRのX方向の位置を計測するレーザ干渉計からのビームBMxを反射する角柱状の移動鏡414cと、走査露光直前のレチクルステージ本体26の位置（図24の状態）においてスリット状又は長方形に制限された露光用照明光（例えば図20中の投影像領域PIを生成）を受光する照度分布計測器416とが設けられている。なお図24において、レチクルステージ本体26は、照度分布計測器416がX方向にスリット状に延びる露光用照明光の下にちょうど配置されるような助走開始位置に設定されている。

【0242】そしてスキャンステージ部26bのY方向の端部には、レチクルRの吸着パッド部412への真空路と連通し得る受端口70が設けられる。さらに、レチクルステージ本体26が所定のスタンバイ位置、ここでは図24中の右端近傍に停止したときに受端口70と結合する送端口84がベース部材28側に設けられている。その送端口84は固定部材83を介してベース部材28に取り付けられ、チューブ418を通して気体供給システムに接続される。その気体供給システムを先に図13に示したシステム81と同様に構成するものとすれば、チューブ418は図13中のチューブ82に相当する。

【0243】図24に示した受端口70と送端口84は、先に図17で説明した機械式弁機構とするのが望ましいが、それに限定されることなく、図6、図15、図21、22に示した電磁弁併用の構成であってもよい。いずれにしても本実施例でも、レチクルRを真空吸着するパッド部412から受端口70までの通気路（閉空間部）のみの容積だけでは十分な吸着持続時間が得られな

いため、スキャンステージ部26b、或いはレチクルホルダー26a内にリザーブタンク、タンク室等の容積拡張部材（即ち吸着用エネルギーの蓄積部材）が設けられる。

【0244】以上の図24のレチクルステージ装置は、例えば先の図1、図20のウェハステージ装置と同期して、レチクルRとウェハWとが投影光学系PLの投影視野1Fに対して所定の速度比でY方向に等速移動するように制御される。これによってウェハW上の1つのショット領域SAが走査露光されると、隣のショット領域を露光すべくウェハステージ本体2がX方向にステップングされる。そして再び、レチクルステージ本体26とウェハステージ本体2とが各々Y方向の逆方向に走査移動される。

【0245】従って、図24のレチクルステージ装置だけを見ても、1枚のウェハWをステップアンドスキャン露光している間、レチクルステージ本体26はベース部材28のガイド面28a、28b、28cに沿って各ショット領域毎に単に往復運動するに過ぎない。そのため本実施例においては、レチクルステージ本体26の走査露光中における往復運動のストローク内では受端口70と送端口84とが離れ、そのストロークを越えてレチクルステージ本体26がレチクル交換のためのロード／アンロード位置（図24中の最も右端のスタンバイ位置）にくると受端口70と送端口84とが密着結合されるように設定される。

【0246】そして本実施例においても、レチクル交換作業中は送端口84、受端口70を介して吸着パッド部412に真空圧（或いは加圧気体）が供給され、受端口70が送端口84から離れるときはレチクルステージ本体26に設けられた容積拡張部材（タンク室等）によってレチクルRの自立吸着が行われる。さらに本実施例でも、その自立吸着システムが正常に機能しているか、その吸着力がレチクルステージ本体26の加減速に対して十分であるか否か等を常時判断する吸着監視プログラムが、先の図11のフローチャートと同様に実行される。

【0247】ところで本実施例によるレチクルステージ装置においても、先の図2と同様にバッテリー100や無線式トランスミッター（106、108）等を内蔵することによって、レチクルステージ本体26に搭載される各種の電気的駆動系や電気的検出系とベース部材28との間に接続される電気信号線を省略したり、その本数を低減したりすることができる。その一例としては、図24中の照度分布計測器（光電検出器）416で検出される露光用照明光の光強度に応じた光電信号をA/D変換器によりデジタル値に変換し、そのデジタル値を無線式トランスミッターで制御ラック50（図3参照）に送信する構成が考えられる。

【0248】その他、レチクルRの吸着を真空圧ではなく図1中のウェハホルダー10のように静電圧にするこ

とも可能である。その場合は、レチクルステージ本体26のホルダー26aのレチクル載置面に静電吸着用の電極を設けると共に、図2と同様にしてレチクルステージ本体26に内蔵されたバッテリー100から給電される高電圧制御回路112を設ければよい。

【0249】以上のことから、可動ステージ本体内で必要とされる吸着動作に真空圧を利用するか静電圧を利用するかは本質的な差異ではなく、むしろ実質的に同一の範疇に含まれるものである。すなわち、真空吸着の場合のリザーブタンクやタンク室等の容積拡張部材と、静電吸着の場合の再充電可能なバッテリー（コンデンサー）とは吸着力持続用のエネルギー源として機能する点で同じものである。

【0250】さらに、可動ステージ本体内に設けられたアクチュエータを空力系で構成するか電気系で構成するかも本質的な差異ではなく、空力系の場合のリザーブタンクやタンク室等の容積拡張部材と弁機構の組合わせ機能は、電気系の場合における電氣的駆動源の内蔵バッテリー（コンデンサー）による自己エネルギー補給と言った自立制御の観点からは同じ機能を成すものである。

【0251】ところで上記の各実施例の説明では、半導体ウェハ上に回路パターンを露光することでメモリデバイスやマイクロプロセッサ等の半導体回路デバイスを製造する露光装置に適用される移動ステージ装置を前提にした。しかしながら本発明は、例えば特開平7-326567号公報に開示されているように、液晶方式やプラズマ方式のフラット表示デバイス等に用いられる大型ガラス基板上に回路パターン（画素、透明電極、薄膜トランジスタ等）を形成するために用いられる走査露光装置にも同様に適用できる。

【0252】その公報に開示された走査露光装置は、大型ガラス基板を被露光基板として縦に配置し、このガラス基板に転写すべきパターンが描画されたマスク基板（レチクル）を縦に配置するように構成され、それらのガラス基板（被露光基板）とマスク基板とは投影光学系を挟んで1次元移動のキャリッジ内に一体的に保持される。従ってそのような走査露光装置の場合は、被露光基板とマスク基板とを一体に保持するキャリッジが、各実施例で説明した可動ステージ本体2（2a、2b）に対応することになる。

【0253】

【発明の効果】以上のように、本発明による可動ステージ装置によれば、可動ステージ本体に接続される電力供給用、通信用の各種の電気配線類や真空圧用、加圧気体用のフレキシブルチューブ類をほぼ完全に省略すること、或はその本数を低減することが可能となり、電気配線やチューブのテンションやそれら自体の振動等による可動ステージ本体の移動特性や停止精度の劣化を抑えることができる。

【0254】また本発明では、可動ステージ本体に供給

される真空圧、或は加圧気体の開放／遮断を切り換えるために、1個若しくは複数個の弁機構を可動ステージ本体側に設けるようにしたので、各種チューブの本数を積極的に低減することが可能となる。さらに本発明によれば、複数枚の被処理基板や被露光基板を可動ステージ本体上に順次交換して載置する期間を利用してバッテリーの充電や予備減圧室（タンク室等）の減圧を行うので、リソグラフィ工程におけるスループットを低下させることなく、半導体デバイスを量産製造できるといった効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例による可動ステージ装置の全体的な構成を示す斜視図である。

【図2】 図1の可動ステージ装置のステージ本体に搭載される電気系の構成を示す回路ブロック図である。

【図3】 図1の可動ステージ装置が搭載される投影露光装置の全体的な構成を示す斜視図である。

【図4】 図1～3による装置によるウェハ交換動作とバッテリー充電動作とを説明するフローチャート図である。

【図5】 本発明の第2の実施例による可動ステージ装置の全体構成を示す側面図である。

【図6】 図5の装置に適用されるステージ本体側の真空吸着路の構成と、ベース定盤側の真空圧供給システムの構成とを示すブロック図である。

【図7】 図5、図6の装置によってウェハ吸着を行うときの主動作（プログラムA）を説明するフローチャート図である。

【図8】 図7のフローチャート中で分岐するエラー処理動作（プログラムB、D）を説明するフローチャート図である。

【図9】 図7のフローチャート中で分岐するウェハ交換動作（プログラムC）を説明するフローチャート図である。

【図10】 図3の露光装置に設けられたウェハ搬送ロボットの詳細な構成の一例を示す図である。

【図11】 図6の装置によるウェハ吸着方式において起動される吸着力の監視プログラムを説明するフローチャート図である。

【図12】 吸着監視プログラムで判断される真空圧の各許容値の関係を模式的に示すグラフである。

【図13】 本発明の第3の実施例による気体供給システムの構成を示すブロック図である。

【図14】 図13のシステムを図5の露光装置に適用したときのウェハ交換動作のシーケンス例を説明するタイムチャート図である。

【図15】 本発明の第4の実施例による可動ステージ装置の構造を示す部分断面図である。

【図16】 本発明の第5の実施例による可動ステージ装置の構造を示す部分断面図である。

【図17】 本発明の第6の実施例による弁機構による受端口と送端口の各構造を示す断面図である。

【図18】 本発明の第7の実施例による可動ステージ装置におけるウェハのリフト機構の外観を示す斜視図である。

【図19】 図18のリフト機構を搭載したステージ装置の構成における断面の一例を示す図である。

【図20】 図18、図19のリフト機構を搭載した可動ステージ装置の全体的な構成を示す上面図である。

【図21】 図19、図20に示した可動ステージ装置のステージ本体側に搭載される空力系の配管を説明するブロック図である。

【図22】 図19、図20に示した可動ステージ装置のベース定盤側に設けられる気体供給システムの配管を説明するブロック図である。

【図23】 図21、図22の装置のウェハ交換作業における各動作を説明するタイムチャート図である。

【図24】 本発明の第8の実施例によるレチクルステージ装置の構成を示す斜視図である。

【符号の簡単な説明】

W, W', W'' . . . ウェハ

R . . . レチクル

PL . . . 投影光学系

1 . . . 移動ステージ装置

2 . . . 可動ステージ本体

2a . . . 上側ステージ部

2b . . . 下側ステージ部

3 . . . ベース定盤

6X, 6Y . . . レーザ干渉計

9a . . . 受電端子部

9b . . . 送電端子部

10 . . . ホルダー

20 . . . レーザ光源

24 . . . 照明系

* 26 . . . レチクルステージ本体

30 . . . 装置コラム

40 . . . ウェハ搬送ロボット

50 . . . 制御ラック

51 . . . ユニット制御ボード群

52 . . . ミニコンピュータ

63, 66 . . . リニアモータ

70, 70v, 70p . . . 受端口

71 . . . 電磁弁ユニット

10 71a . . . 電磁弁

71e . . . 圧力センサー

71k . . . 受電端子部

72 . . . リザーブタンク

72a, 72c, 72d, 72e . . . タンク室

77 . . . 機械式弁機構

81 . . . 気体供給システム

81a . . . 電磁弁

84, 84v, 84p . . . 送端口

84k . . . 送電端子部

20 91 . . . 吸着溝

100 . . . バッテリー

102 . . . 充電/通信カブラ回路

106 . . . RFC (無線送受信器)

110 . . . CPU

112 . . . 高電圧制御回路

114, 116, 118 . . . モータドライブ回路

122 . . . リフトピンの台座

124 . . . エアジャッキ

144 . . . 吸着パッド

30 XM1, XM2 . . . X方向の電磁推進モータ

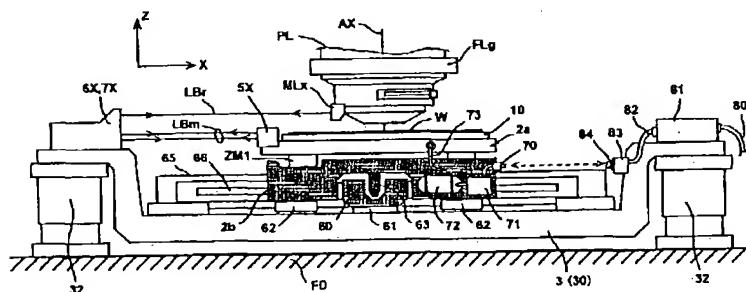
YM1, YM2 . . . Y方向の電磁推進モータ

ZM1, ZM2, ZM3 . . . Z方向駆動モータ

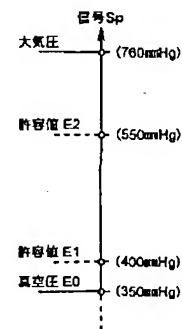
LDP . . . ローディング位置

* ULP . . . アンローディング位置

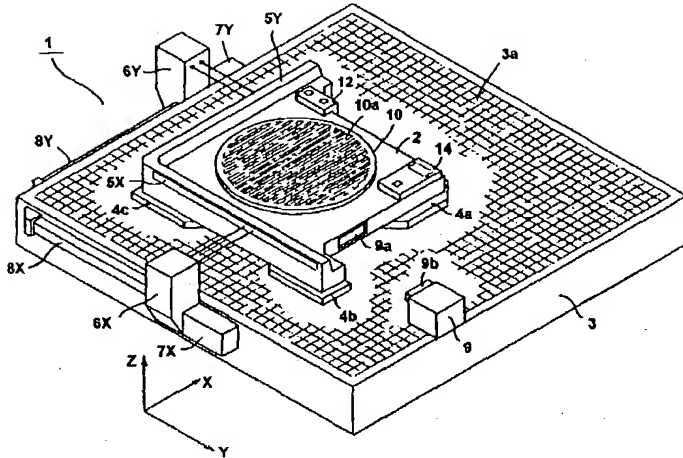
【図5】



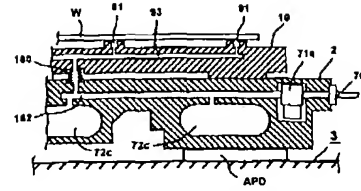
【図12】



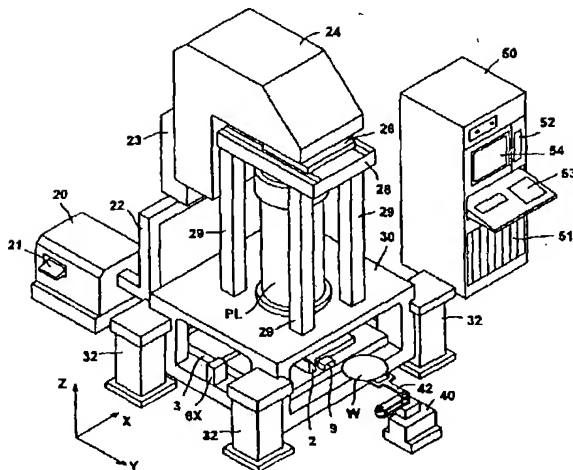
【図1】



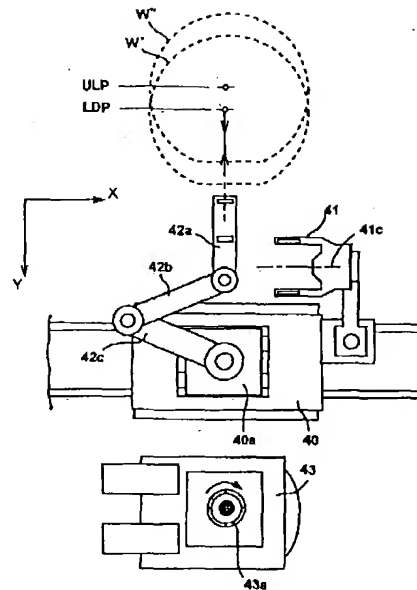
【図16】



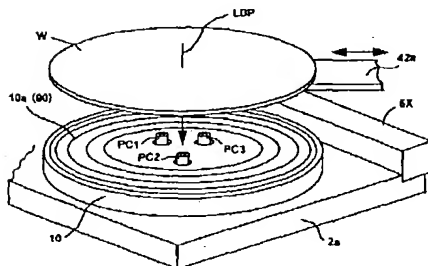
【図3】



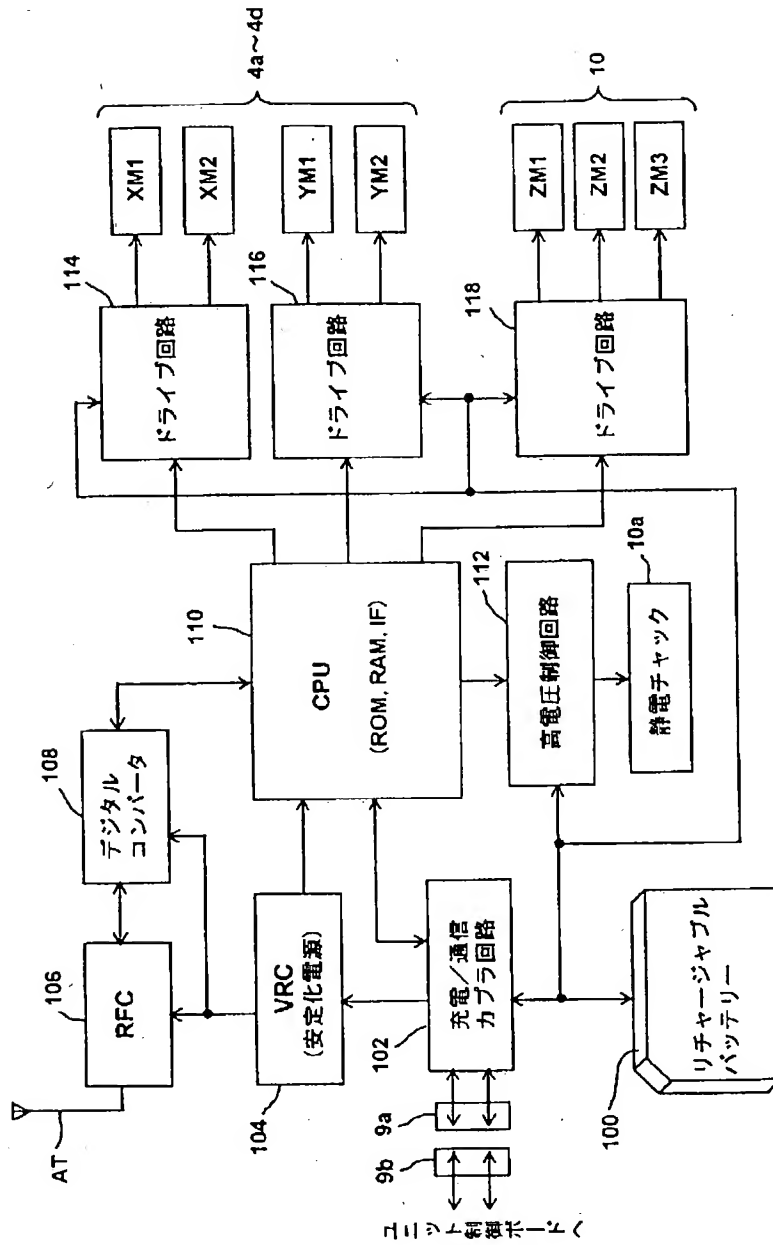
【図10】



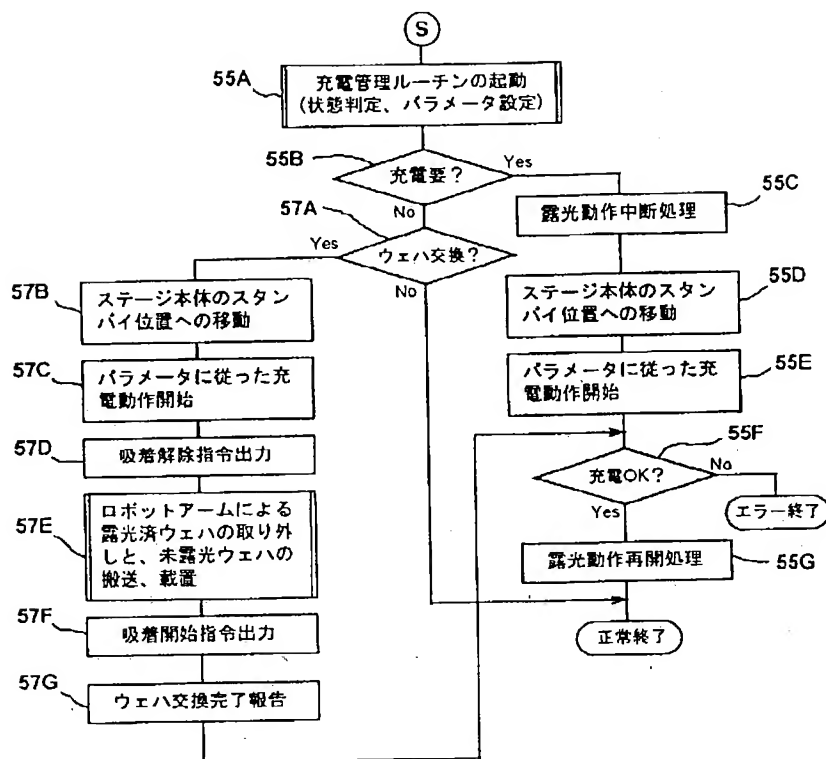
【図18】



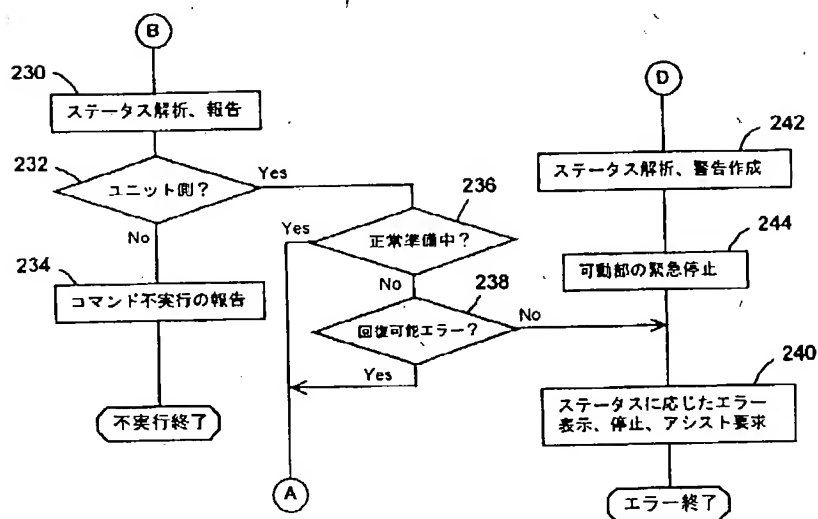
＜一長短のシニヒリ＞



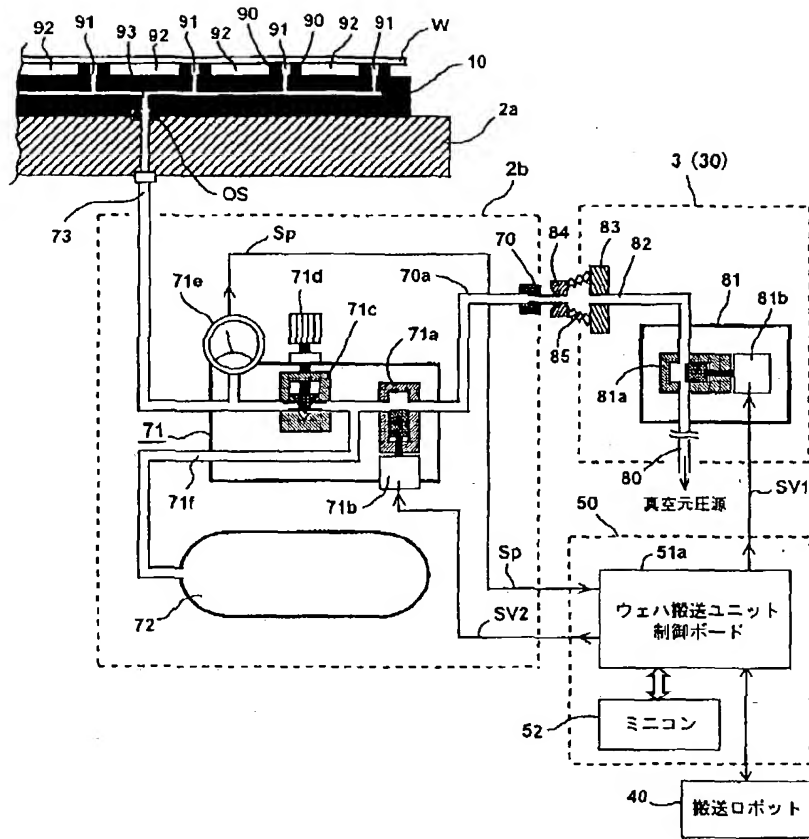
【図4】



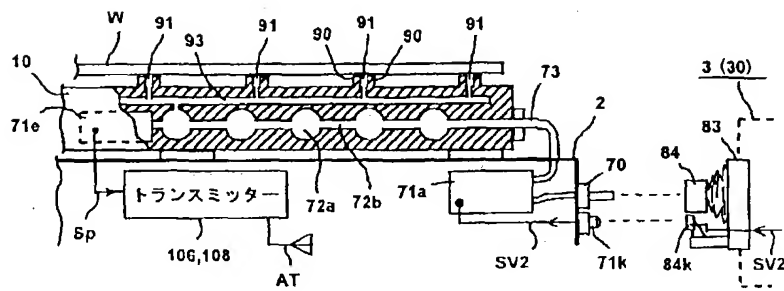
【図8】



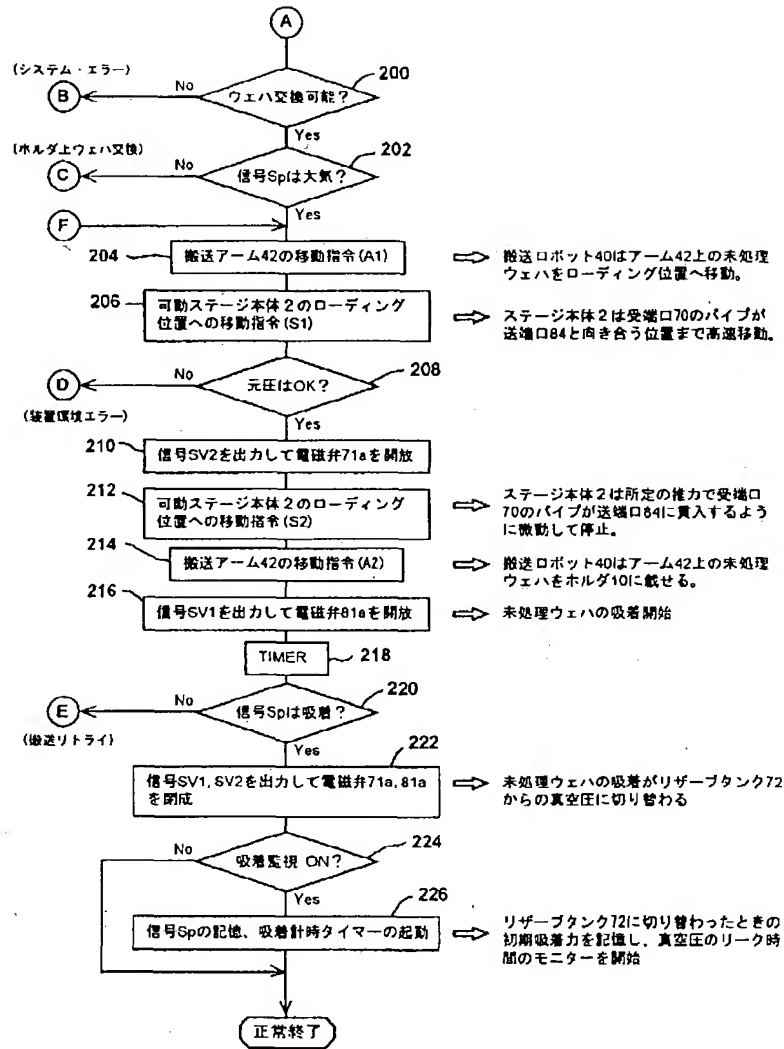
【図6】



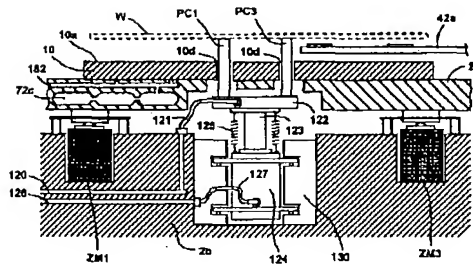
【図15】



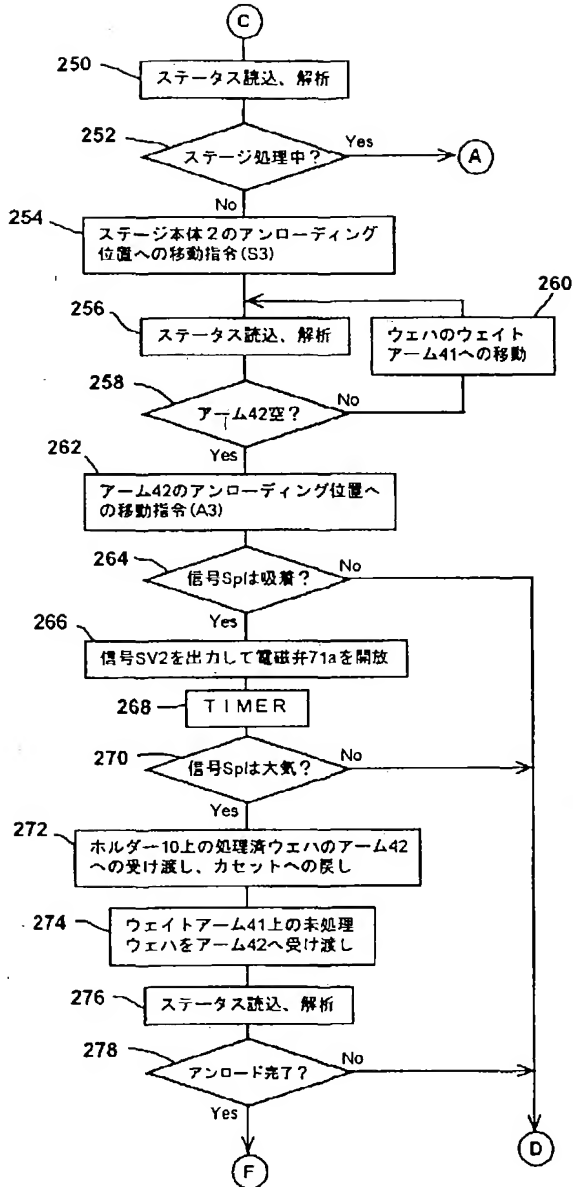
【図7】



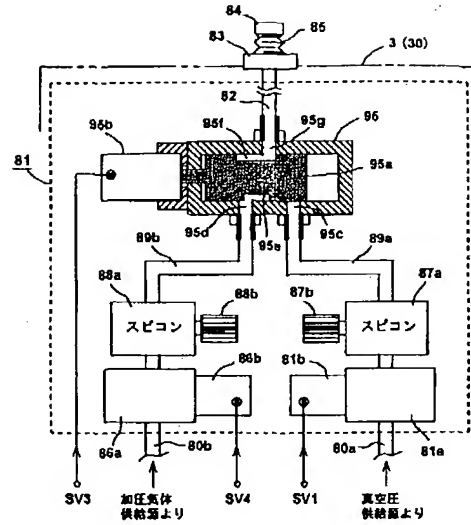
【図19】



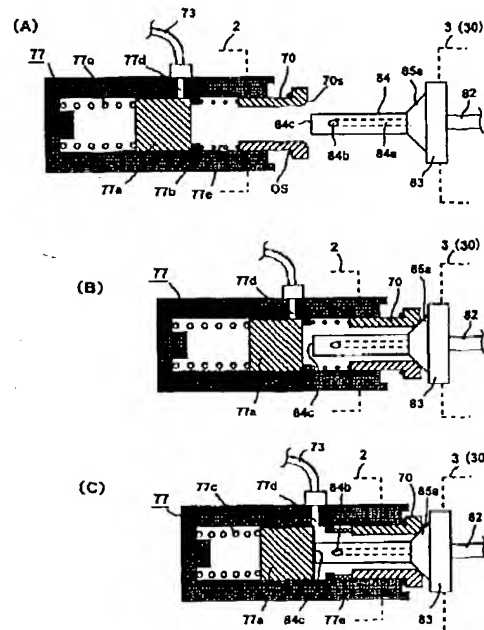
【図9】



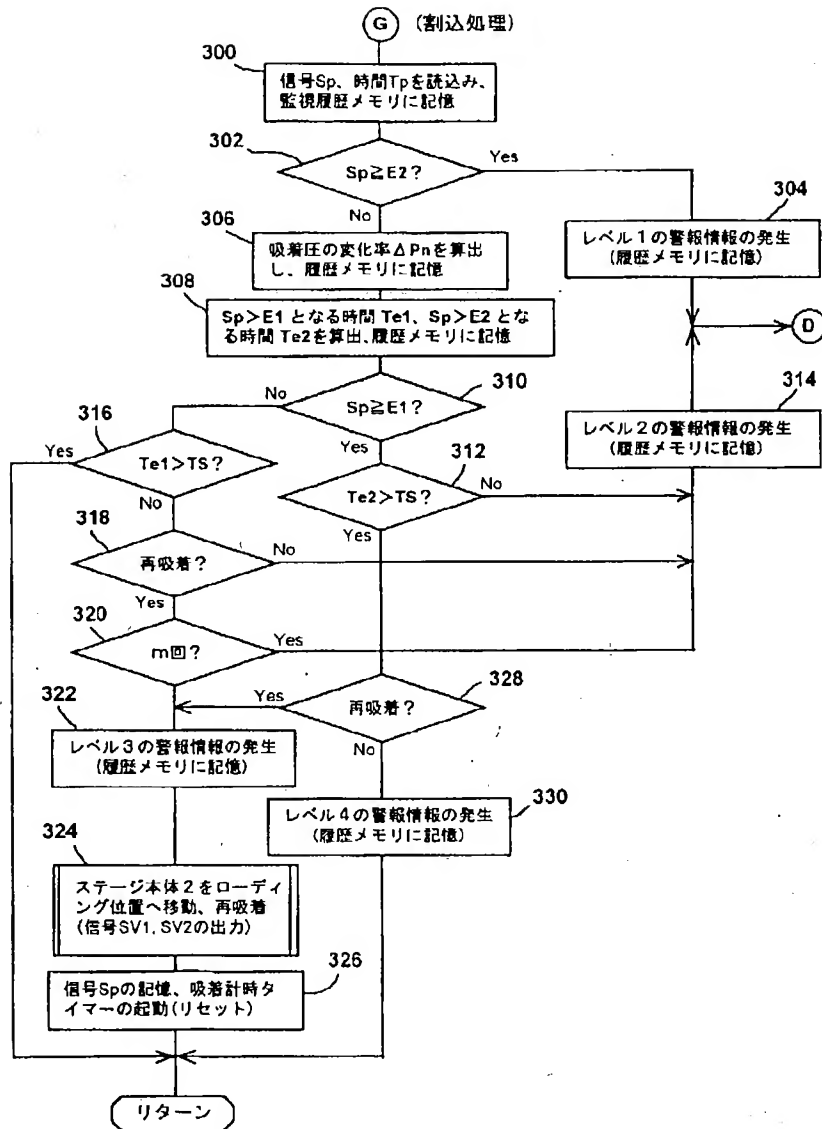
【図13】



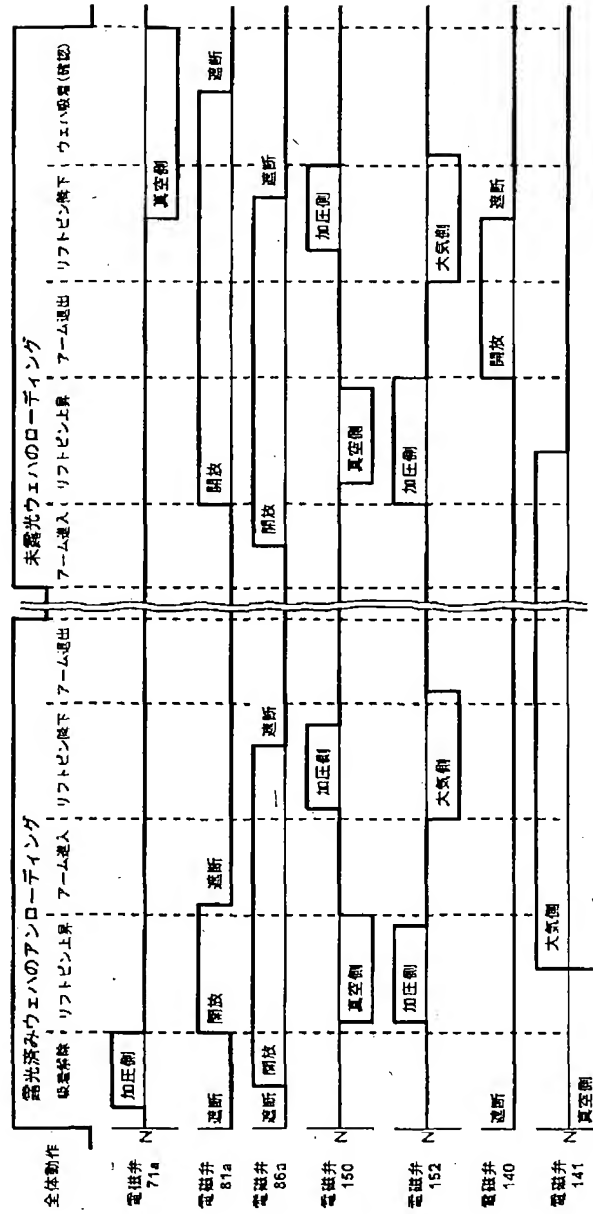
【図17】



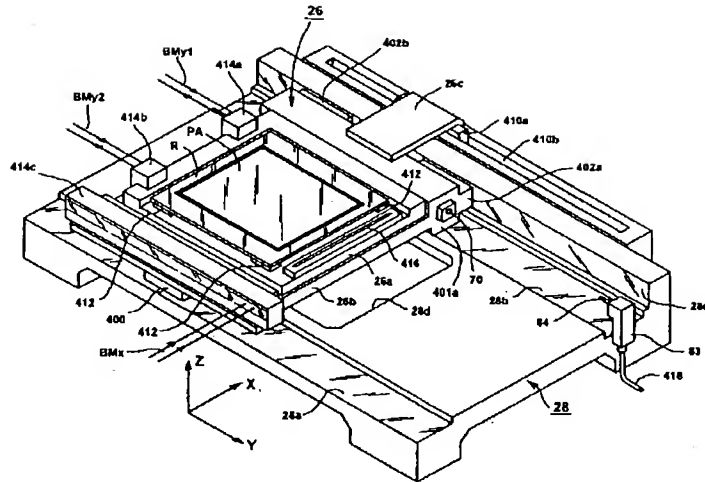
⑨ (割込処理)



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30

5 1 6 B

(B 2 3 Q 1/14

Z